



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in **INGEGNERIA MECCANICA LM-33**
(Propulsione dei veicoli terrestri)
A.a. 2023/2024
Sessione di Laurea luglio 2024

Restauro della Cisitalia 202 Spyder Mille Miglia Nuvolari

Relatore:

Professor Alessandro Scattina

Tesista:

Coluccia Stefano
Matricola: 303665

Ente/azienda: MAUTO – Museo Nazionale dell'Automobile

Correlatori:

Ing. Davide Lorenzone (Conservatore presso MAUTO)
Dott.ssa Chiara Armigliato (Restauratrice presso MAUTO)
Massimo Schimmenti (Legale Rappresentante presso Carrozzeria F.Lli Schimmenti S.r.l.)

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. LA CISITALIA: STORIA E ORIGINI	5
3. LA CISITALIA 202 SMM NUVOLARI DEL “MAUTO”: RICOSTRUZIONE STORIOGRAFICA	13
4. PRIME FASI DEL RESTAURO	25
4.1. Perizia delle condizioni generali dell’autoveicolo.....	25
4.2. Analisi preliminari sulle vernici.....	30
4.3. Smontaggio del veicolo	31
5. LASTRATURA	33
5.1. Riparazione e rinforzi delle cricche	36
5.2. Riparazione dei danni dovuti all’ossidazione	44
5.3. Ipotesi sulle cause dell’ossidazione dell’alluminio.....	48
6. ANALISI DIAGNOSTICHE RELATIVE AI RIVESTIMENTI DELLE LAMIERE.	52
6.1. Approfondimento: Analisi Mediante <i>Spettrofotometria IR</i> e Nozioni di Chimica Alla Base dei Composti Analizzati	65
7. PREDISPOSIZIONE DELLE SUPERFICI PER LA VERNICIATURA	70
7.1. Carteggiatura.....	70
7.2. Modellazione e applicazione primer e fondi.....	77
7.3. Approfondimento delle principali fasi di modellazione.....	86
8. VERNICE ACRILICA TERMOPLASTICA: SPERIMENTARE L’UTILIZZO DI UN PRODOTTO DEL PASSATO	97
9. FASI FINALI DEL RESTAURO	108
9.1. La lucidatura della vernice acrilica termoplastica	108
9.2. Montaggio finale.....	111
10. CONCLUSIONI	113
11. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	115

1. INTRODUZIONE

Gli obiettivi della tesi sono l'osservazione, la documentazione, lo studio, l'analisi e l'apprendimento teorico delle principali tecniche impiegate durante il restauro che ha interessato la carrozzeria di un'autovettura d'epoca: la *Cisitalia 202 Spyder Mille Miglia* del 1947, appartenente al *Museo Nazionale dell'Automobile (MAUTO)*. Tra gli obiettivi compare anche la ricerca storiografica – tecnica inerente alla vettura in questione.

Per raggiungere tali obiettivi, sono state seguite in prima persona le attività svolte presso la *Carrozzeria Fratelli Schimmenti S.r.l.*, dove è stato portato a termine il progetto di restauro sotto la supervisione del *Centro di Conservazione e Restauro* del *MAUTO*, progetto nato dall'idea di esporre questa vettura durante la mostra intitolata “*Un viaggio lungo Mille Miglia*” (12 giugno 2024 – 29 settembre 2024).

La proposta di tesi è scaturita dall'interesse verso un settore al quale è possibile attribuire sia un'importanza economica, sia (e soprattutto) l'importanza culturale coincidente con l'evoluzione tecnologica e ingegneristica del mondo *automotive*. Questa tesi rappresenta un documento che andrà a far parte della raccolta del *Centro di Documentazione* del *MAUTO*, al fine di essere preso come riferimento e guida per restauri di automobili di elevato interesse storico ed economico. Automobili che vanno, perciò, tutelate. In quest'ottica si cerca di tramandare le conoscenze delle figure professionali specializzate nel restauro di auto d'epoca. Si reputa necessario introdurre le principali finalità che accomunano la maggior parte dei progetti di restauro che vanno ad interessare le automobili d'epoca:

- Rendere nuovamente l'automobile efficiente, funzionale e sicura meccanicamente per l'utilizzo su strada o su pista (nel caso di restauri statici, queste non sono le priorità principali).
- Rivalutare l'autovettura sotto il punto di vista estetico seguendo le linee guida dettate dall'originalità dei componenti, degli accessori, dei materiali e delle vernici dello specifico modello (e in certi casi dello specifico esemplare).
- Realizzare particolari richieste del committente del progetto.

Le automobili sono caratterizzate da numerosissime componenti. Ogni componente può presentare delle problematiche, soprattutto relative all'usura data dall'utilizzo e dall'attacco di agenti esterni e al deterioramento con il tempo. Nel settore del restauro di auto d'epoca esistono professionisti che vanno a specializzarsi nella riparazione di specifici componenti, attuando

spesso tecniche più vicine all'artigianato, ma che affondano le proprie radici nell'ingegneria dell'autoveicolo. In questa tesi verrà trattata esclusivamente la tipologia di interventi caratteristici della carrozzeria.

Dal punto di vista della tipologia di operazioni che si decide di svolgere, nell'ambito delle autovetture d'epoca è possibile costituire tre macro-insiemi nel quale collocare i più comuni progetti di restauro, che non rappresentano tre categorie distinte e indipendenti, ma nella realtà vengono spesso a crearsi delle unioni tra i seguenti:

- *Restauro conservativo*. Tipologia di progetto che si cerca di attuare nel caso di automobili dall'elevato interesse storico. Il valore economico e culturale risiede nella loro specifica storia e si cerca di intervenire il meno possibile con l'obiettivo di "conservare" l'automobile nello stato attuale che deriva dalle vicissitudini del suo passato. Risulta essenziale tutelarla da deterioramenti aggiuntivi dovuti alla normale usura e all'invecchiamento dei componenti e dei materiali. È la tipologia di restauro più impegnativa sotto il punto di vista della documentazione, della ricerca e della sperimentazione. Si cerca di non violare l'originalità della vettura: per questo motivo i musei tentano di attuare soprattutto questo tipo di restauri, nel limite del possibile (come, in parte, nel caso della *Cisitalia*).
- *Ripristino*. È una serie di operazioni che solitamente vengono svolte nel caso di autovetture di basso valore economico e storico. Possono essere eseguiti ripristini parziali incentrati su singoli componenti con problematiche specifiche oppure si possono svolgere ripristini che vanno a caratterizzare quasi l'intera automobile: dipende dalle esigenze del committente e dalle riparazioni che il restauratore reputa essenziali per rendere l'auto di nuovo sicura. Poche volte, in questi casi, l'originalità riesce a trovare un'importanza elevata.
- *Restauro integrale*. Con autovetture d'epoca danneggiate dall'usura e caratterizzate da un potenziale valore economico elevato, i committenti preferiscono un restauro in grado di riportare l'autovettura in condizioni "pari al nuovo". Sono operazioni invasive che prevedono lo smontaggio integrale di tutta la vettura, in modo da ricostruirla in ogni zona che presenti un difetto. L'originalità è importante da un punto di vista estetico, ma non dal punto di vista della conservazione dei componenti e dei materiali originali di fabbrica, in quanto si tende a sostituire vecchie parti usurate e ad installarne nuove (lì dove sono reperibili, altrimenti si provvede a una ricostruzione totale dei componenti) per aumentare il valore dell'automobile, in parte dato proprio dall'elevato numero di interventi svolti.

Si può quindi notare che il mondo del restauro è molto ampio e vario, caratterizzato da diversi modus operandi derivanti dalla mescolanza di più obiettivi diversi da raggiungere.

1. Introduzione

Il restauro della *Cisitalia* viene descritto in questo documento suddividendo le ricerche e gli interventi svolti in capitoli e paragrafi in base alla natura dell'argomento specifico trattato. La tesi parte con una ricerca storiografica inerente al marchio *Cisitalia* e alla vita precedente della *202 SMM* del *MAUTO*. Successivamente, si riportano le fasi che hanno composto il restauro, partendo dalle perizie sulle condizioni conservative del veicolo e dal suo smontaggio per avviare le fasi di lastratura, che hanno interessato il risanamento delle cricche e la riparazione dei danni dovuti all'ossidazione. Inoltre, si riportano le analisi diagnostiche svolte con *Lechler S.p.A.* sui rivestimenti delle lamiere per comprendere la loro natura e ricostruire la storia cromatica dell'autovettura. Nelle fasi di predisposizione delle superfici per la verniciatura, si analizzano i processi di carteggiatura, modellazione e di applicazione di primer e fondi. Successivamente, si analizza l'impiego sperimentale della vernice acrilica termoplastica. Le ultime fasi del lavoro descritte riguardano la lucidatura della vernice e il montaggio finale dei componenti dell'autovettura.

2. LA CISITALIA: STORIA E ORIGINI

Per esporre al meglio il lavoro di tesi, si ritiene necessario presentare questo primo capitolo incentrato sui principali avvenimenti storico-cronologici della casa automobilistica *Cisitalia*, soprattutto per quanto riguarda la sua fondazione e l'evoluzione tecnica che ha portato alla produzione della *202 Spyder Mille Miglia Nuvolari*, presa in esame all'interno della tesi.

Purtroppo, inevitabilmente, verranno trascurate informazioni inerenti ad alcuni dei modelli e ad alcuni fatti storici della *Cisitalia* e dei protagonisti strettamente connessi ad essa, non ritenuti essenziali ai fini di questa trattazione.

La *Cisitalia*, intesa come casa automobilistica, fu fondata il 1° luglio del 1946 a Torino da Piero Taruffi e Piero Dusio ^{[1] [2] [3]}.

Dusio, un importante industriale, nacque a Scurzolengo, in provincia di Asti, nel 1899 ^[3]. Negli anni '30 del XX secolo, possedeva una scuderia di autovetture da competizione, la *Scuderia Torino*, ed era anche un ottimo pilota ^[4]. Le sue ricchezze derivano da investimenti relativi alla prima azienda italiana per la produzione di telecerate ^[3].

Successivamente fu anche presidente della *Juventus football club* (dal 1941 al 1947) e fondò la "Compagnia Industriale Sportiva Italia", ovvero *Cisitalia*, inizialmente con il fine di gestire impianti sportivi ^{[1] [3] [4] [5]}.

Piero Dusio, nel 1943, iniziò a diversificare le sue attività, esplorando il mondo delle attrezzature da officina e delle macchine utensili ^{[4] [5]}. Con il passare del tempo, l'azienda si specializzò e verso la fine della *Seconda Guerra Mondiale* era in grado di eseguire diverse lavorazioni, in particolare quelle correlate alla telaistica di biciclette (in seguito al rilevamento della *Beltrame*), che richiedevano la piegatura e la saldatura di tubi in acciaio ^{[4] [5]}. Fu proprio grazie a queste esperienze che, in seguito, le più significative autovetture *Cisitalia* sarebbero state contraddistinte da telai tubolari ^[5].

La Guerra era agli sgoccioli e Piero Dusio, con ottica visionaria, lo intuì e si interessò sempre di più all'allestimento di autovetture da competizione, in vista della riorganizzazione di eventi sportivi e della riapertura delle attività agonistiche in un'Italia presa dal fermento della libertà postbellica ^[5].

2. La Cisitalia: Storia e Origini

Dusio riuscì ad ottenere per la sua produzione dei tubi in acciaio al cromo - molibdeno, provenienti dai magazzini dell'*Aeritalia*, componenti che sarebbero diventati essenziali per la realizzazione di telai automobilistici con ottime doti di leggerezza e rigidità [5].

Oltre alle materie prime, Dusio iniziò a circondarsi di persone altamente qualificate e di fiducia. Nell'ottobre del 1944, con il consenso della famiglia Agnelli, Piero Dusio contattò l'Ingegnere Dante Giacosa (*Figura 2.1.*), all'epoca Capo Ufficio Tecnico di *Fiat*, per una proposta di collaborazione [4].



Figura 2.1. L'ingegner Dante Giacosa [4].

La casa di Giacosa fu distrutta dai bombardamenti e venne quindi ospitato nella Villa Dusio in Corso Galileo Ferraris a Torino. In quella villa nacque l'*Ufficio Tecnico Cisitalia* e Giacosa ne fu progettista e consulente per un breve periodo, restando comunque per tutto il tempo dipendente *Fiat* [1] [3] [4].

In quel periodo Giacosa propose a Dusio altri nomi per portare a compimento i progetti che aveva in mente, in particolare (*Figura 2.2*): Piero Taruffi (co-fondatore, pilota e direttore sportivo di *Cisitalia*) e l'Ingegnere Giovanni Savonuzzi (proveniente dal *Servizio esperienze motori aviazione Fiat*, che passò alla *Cisitalia* nell'agosto del 1945 e in seguito ne divenne Direttore Tecnico) [1] [2] [5].

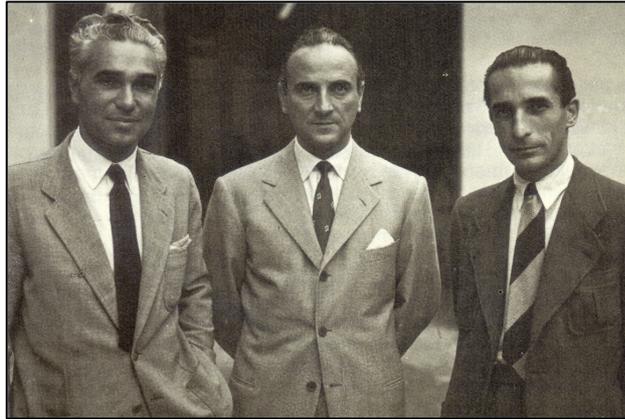


Figura 2.2. Da sinistra: Piero Taruffi, Piero Dusio, Giovanni Savonuzzi^[5].

Lo Stabilimento *Cisitalia* era situato in Corso Peschiera a Torino e Savonuzzi si occupò di allestire l'officina e una sala-prova con banchifreno^{[1][4]}. Nacque così il reparto specializzato per la costruzione di autovetture da competizione *Cisitalia*^[4].

La prima creazione di Giacosa e Savonuzzi fu un'automobile equipaggiata con un modesto motore di derivazione *Fiat 1100* con potenza di partenza pari 32 CV e alcuni componenti meccanici derivati sempre dalla 1100 (come i freni) dalla 500 *Topolino* (come, ad esempio, lo schema della sospensione anteriore a balestra trasversale)^{[1][2][4][5]}.

Ma altre parti furono innovative, come le sospensioni posteriori a molle elicoidali, frutto degli studi sperimentali *FIAT*, e il cambio con preselettore sotto il volante a 3 velocità^{[1][4][5]}.

Il motore restò modesto per poco tempo, perché si riuscì, in seguito a numerosissime elaborazioni (tra cui si annoverano, a titolo di esempio: lavorazioni alla testata, raggiungimento di un rapporto di compressione 9,5:1, sistema di lubrificazione a doppia pompa e radiatore dell'olio), ad ottenere ottime prestazioni che si tradussero in una potenza di 62 CV DIN a 5500 giri/min, in grado di spingere la monoposto alla massima velocità di 170 km/h^{[1][5]}.

È stata appena descritta la *Cisitalia D46* (*Dusio 1946*), una piccola vettura monoposto, che venne prodotta in poche decine di esemplari da vendere sul rinato mercato delle auto da corsa^[4]. Il suo telaio, formato da un traliccio di tubi (*Figura 2.3.*), di derivazione aeronautica, aveva le seguenti caratteristiche^{[1][5]}:

- era in grado di farla pesare appena 370 kg a secco, considerando anche la leggera scocca, interamente costituita da lamiere di alluminio, non era altro che un elementare rivestimento con la funzione di protezione del guidatore e dei componenti meccanici, l'unica resistenza

2. La Cisitalia: Storia e Origini

richiesta era quella dovuta alle azioni aerodinamiche (la carrozzeria venne realizzata tramite saldatura e modellata tramite particolari martelli pneumatici sotto le direttive di Giacosa).

- Permetteva un ingombro minimo.
- Presentava elevate doti di rigidità.
- Era facile da costruire per i dipendenti *Cisitalia*, esperti nella saldatura dei tubi, in quanto concettualmente simile a un telaio per biciclette.

La soluzione del telaio tubolare era per l'epoca un'idea veramente all'avanguardia, tanto da essere vista con stupore ^[1].

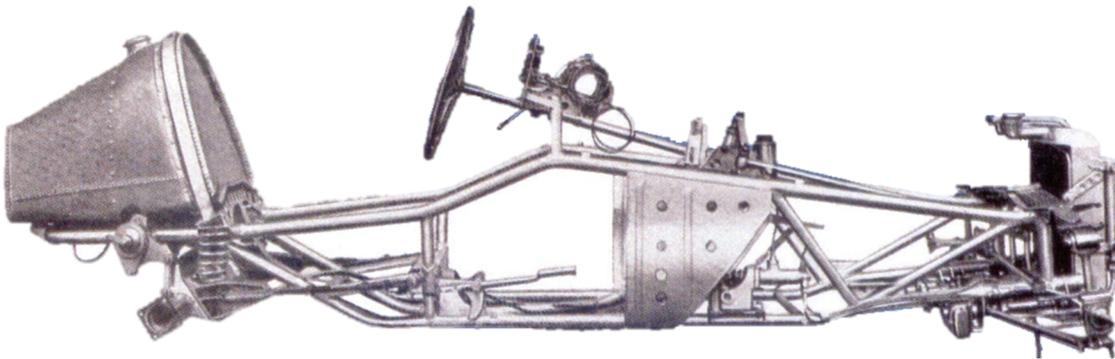


Figura 2.3. Telaio tubolare definitivo della monoposto *progetto 201 (D46)* con i principali componenti montati, come ad esempio: le sospensioni, il radiatore, il serbatoio di alluminio rivettato ^[4].

Arrivò finalmente il momento decisivo: venne organizzata una corsa su circuito chiuso in Italia, la prima dopo anni e anni di guerra ^[1]: sette esemplari della nuova *D46* esordirono alla *Coppa Brezzi* disputata sul circuito del *Parco del Valentino* a Torino, in data 3 settembre 1946, e Le *Cisitalia* erano state affidate ad alcuni dei piloti più celebri dell'epoca ^[4] ^[5].

Dusio vinse la competizione, ma Tazio Nuvolari scrisse una delle pagine più iconiche della storia dell'automobilismo sportivo: il volante della sua *Cisitalia D46* (progettato per essere ribaltabile e favorire l'entrata e l'uscita del pilota) si ruppe, egli lo scardinò e lo gettò via quando giunse ai box (*Figura 2.4.*) ^[1] ^[4] ^[5].

Fece un altro giro del circuito, tra l'acclamazione generale della folla, riuscendo a manovrare lo sterzo con le sole mani aggrappate al piantone, ma alla fine venne fermato dai commissari di gara ^[4].

2. La Cisitalia: Storia e Origini

Iniziò qui la leggenda della *Cisitalia* e le imprese della *D46* continuarono in tutto il mondo, ma la *Compagnia* riuscì a ricevere la sua consacrazione grazie alle autovetture derivanti dai progetti delle biposto *202*, che verranno analizzate con maggior dettaglio nel prossimo capitolo: l'apice del successo è stato raggiunto alla fine del 1947, con la produzione in serie della *202 Coupé Pininfarina*, che vinse numerosi premi in diversi concorsi d'eleganza^[1], e fu seguita all'inizio del 1948 dalla versione *Cabriolet* (*Figura 2.5.*)^{[3][5]}. Negli Stati Uniti d'America questi modelli vennero considerati come “*sculture in movimento*”, tanto che una *202 Coupé* è esposta al *Museo di Arte Moderna* di New York a partire dal 1951, diventando la prima auto nella storia all'interno della sua collezione permanente^{[1][2][5]}.

Purtroppo, il successo non durò a lungo. Il sogno proibito di Dusio era quello di costruire un'automobile da Gran Premio in grado di battere qualsiasi vettura da competizione; ma questo progetto prosciugò tutto il suo patrimonio: Savonuzzi all'inizio partecipò al progetto, ma in seguito abbandonò la *Cisitalia* nell'ottobre del 1947 perché contrario^{[1][4]}.

Facendo un passo indietro, Ferdinand Porsche venne imprigionato in Francia alla fine della *Seconda Guerra Mondiale* con l'accusa di collaborazionismo con i Nazisti^[4]. Fu lui a fornire il progetto della Grand Prix alla *Cisitalia*: infatti, su segnalazione di Tazio Nuvolari (conoscendo Porsche poiché ex pilota di *Auto Union*), Piero Dusio incontrò i figli di Porsche, tra cui Ferry, per stipulare un accordo^{[3][4]}.

Dusio pagò buona parte del riscatto di *un milione di Franchi* per liberare il padre di Ferry Porsche e suo cognato; ma in cambio, parte dell'accordo prevedeva che nel reparto corse *Cisitalia* l'Ingegnere Ferry Porsche, insieme a una squadra di numerosi tecnici progettasse la *Grand Prix 360* (*Figura 2.6.*), vettura monoposto avveniristica con trazione integrale disinscrivibile, equipaggiata con un cambio sequenziale e dotata di un motore boxer 12 cilindri da 1500 cm³ sovralimentato^{[1][2][3]}.

Tra i tecnici ci fu anche Carlo Abarth, all'epoca rappresentante Porsche in Italia e in seguito direttore tecnico e sportivo di *Cisitalia*^[1]. Dal 1947 la collaborazione con Abarth portò alla nascita di altri progetti, primo tra tutti la *Cisitalia 204A*, che vinse molto nelle corse: con questa vettura Nuvolari conquistò la sua ultima vittoria nella sua ultima corsa nel 1950^[3].

L'enorme riscatto pagato per liberare Ferdinand Porsche, l'elevatissimi costi di progettazione e d'investimento e l'aggiunta del calo di vendite della *202* portarono a pesanti conseguenze, fino ad arrivare al 1949, che fu l'anno dell'amministrazione controllata per la *Cisitalia*^{[5][2]}.



Figura 2.6. *Cisitalia Grand Prix 360* esposta al Museo Porsche di Stoccarda^[6].

I creditori l'avevano in pugno: Carlo Abarth acquistò il reparto corse *Cisitalia* (fondando poi la sua casa automobilistica omonima); Piero Dusio, però, fece in tempo a scorporare dall'azienda i modelli e le attrezzature riguardanti la 12 cilindri Grand Prix e fu costretto a trasferirsi nel marzo del 1949 a Buenos Aires, in Argentina, attratto dai finanziamenti del Presidente Perón e fondò la *Autoar (Automotores Argentinos)*^{[1][3][4][5][7]}.

Nel frattempo, in Italia, il giovane figlio, Carlo Dusio, continuò a dirigere ciò che restava della *Cisitalia*^[5]. Vennero prodotte altre autovetture, nel 1953 si dissolse la partecipazione di Dusio e l'azienda si indirizzò gradualmente ad occuparsi della preparazione e del riallestimento di auto di serie di altre marche^[5].

Anche questa formula aziendale terminò di esistere e la *Cisitalia* fu costretta alla chiusura definitiva nel 1964^{[3][5]}. Intanto, dall'altra parte del mondo, in Argentina, avvenne la morte di Piero Dusio, nel 1975^[1].

2. La Cisitalia: Storia e Origini

Terminato questo capitolo per introdurre la storia della *Cisitalia*, nel *capitolo 3* si affronteranno ancora in parte temi storici, ma incentrati di più sull'evoluzione tecnologica e ingegneristica che ha caratterizzato le metodologie costruttive della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari*.

In generale, conoscere la struttura dell'automobile soggetta a restauro può risultare di grande aiuto nell'individuazione dei problemi (in certi casi “*di fabbrica*”) e nella scelta delle soluzioni da adottare per ripristinare i componenti usurati e danneggiati, cercando di attuare operazioni che vadano ad avvicinarsi all'originalità dell'automobile.

3. LA CISITALIA 202 SMM NUVOLARI DEL “MAUTO”: RICOSTRUZIONE STORIOGRAFICA

Si entra ora più nel dettaglio dell’analisi che riguarda l’evoluzione del progetto 202, partendo dai primi veicoli sperimentali e passando attraverso le grandi imprese che hanno reso iconico questo modello e più in generale tutta la *Cisitalia*.

In seguito alla realizzazione della *D46*, in *Cisitalia* si iniziò a sperimentare la progettazione di un’autovettura biposto, non solo per le competizioni, ma anche da produrre in serie e commercializzare^{[4][5]}.

Le prime idee vennero a Dante Giacosa, che pensò di partire dal telaio della monoposto del progetto 201, allungandolo e allargandolo: queste intuizioni si tradussero in delle prime bozze su carta, coincidenti con i punti di partenza che Giovanni Savonuzzi avrebbe utilizzato per definire e sviluppare il progetto, dopo che Giacosa decise di ritornare a lavorare esclusivamente per *Fiat*^[4].

Secondo le direttive di Giacosa, il cambio a tre velocità della *D46* non sarebbe stato adatto per le esigenze che si sarebbero riscontrate sulla futura biposto: suggerì quindi di adottare un cambio a quattro velocità, sempre di derivazione *Fiat 1100*^[1].

Nacque così la *Berlinetta Cassone* (Figura 3.1.), che presentava una lunga e caratteristica gobba posteriore: questa autovettura sperimentale era contraddistinta da sospensioni anteriori indipendenti con balestra trasversale e triangoli inferiori (in totale due ammortizzatori) e sospensioni posteriori a ponte rigido con due balestre longitudinali (in totale quattro ammortizzatori)^[4]. Il telaio, strutturato con un traliccio di tubi, al quale fu saldato il pianale, consentì di^{[4][5][7]}:

- Abbassare notevolmente la meccanica e quindi il baricentro,
- Raggiungere un’elevata leggerezza,
- Risultare più rigido, a parità di peso, rispetto ai telai strutturati con longheroni e traverse,
- Evitare la costruzione di stampi.

Intuendo la validità del progetto, si depositò un brevetto dal titolo “*Telaio ed ossatura di carrozzeria per vettura automobile, costituito da tubi metallici opportunamente collegati fra loro e formanti un tutto unico*”^[4].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

La scocca in alluminio, ispirata alle fusoliere aeronautiche supportate da struttura tubolare, fu caratterizzata da un muso levigato e dalle forme tondeggianti, e dalla gobba posteriore che assumeva una lunga prosecuzione dell’abitacolo; essa era in grado di sviluppare un’ottima efficienza aerodinamica, che tuttavia poteva ancora essere migliorata^[1] [4].

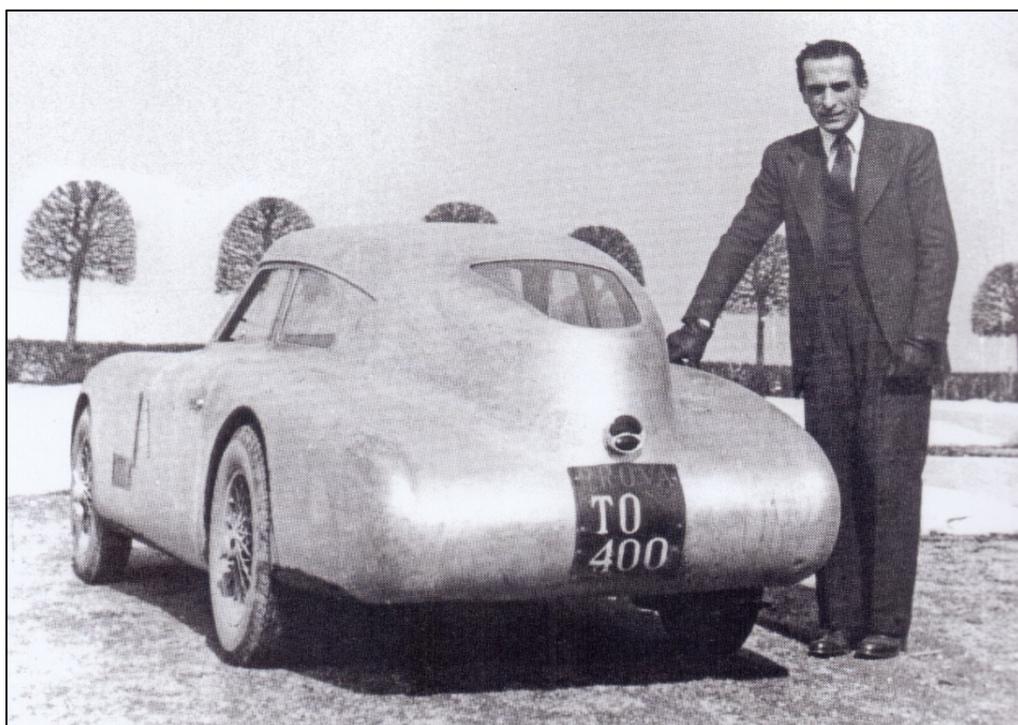


Figura 3.1. Savonuzzi durante le prove della *Berlinetta Sperimentale “Cassone”* sul circuito di prova in prossimità dello stabilimento *Cisitalia*: la vettura raffigurata presenta ancora una scocca in alluminio grezzo^[4].

Si pensò quindi di far evolvere ulteriormente la *Berlinetta Cassone* per innalzare le prestazioni aerodinamiche: gli studi proseguirono con vari modelli, in plastilina e in legno in *scala 1:5*, con il supporto delle analisi condotte all’interno della galleria del vento del *Politecnico di Torino* (*Figura 3.2.*)^[4]. La seconda versione della biposto, soprannominata, per l’appunto, *Aerodinamica*, fu poi testata anche nella galleria del vento della *Pininfarina* circa 40 anni dopo dalla sua realizzazione e durante le prove effettuate fu ottenuto un C_x di 0,29^[4]. La realizzazione della *Berlinetta “Aerodinamica Savonuzzi”* (*Figura 3.3.*) venne affidata alle mani di Alfredo Vignale, che fu caporeparto nella carrozzeria *Stabilimenti Farina* di Giovanni Farina, il fratello del fondatore della *Pininfarina*, e l’automobile riuscì a raggiungere la velocità massima di 201 km/h sulla Torino-Milano durante i collaudi, nonostante fosse dotata “solo” del 1100 cm^3 da circa 60 CV^[1] [4].

Torino, 3 Febbraio 1947

DESCRIZIONE DEL TROVATO AVENTE PER TITOLO :

Perfezionamento alle carrozzerie per vetture veloci presentato dall'ing. GIOVANNI SAVONUZZI a TORINO per conto della S.A. "CISITALIA".

La presente invenzione ha per scopo di aumentare la penetrazione ossia di diminuire la resistenza all'avanzamento delle carrozzerie per autoveicoli e aumentandone contemporaneamente la stabilità alle alte velocità.

A tale scopo come risulta dalla figura n° 1 la carrozzeria è stata profilata in modo da avere la parte anteriore in corrispondenza della presa d'aria del radiatore molto vicino al suolo con i parafanghi formanti due pareti ^{lateral} assai elevate rispetto al profilo del cofano.

Lo scopo di questa sagomatura dei parafanghi è di guidare i filetti fluidi lungo il corpo della carrozzeria.

Nella parte posteriore sono sistemate in corrispondenza sempre dei parafanghi due pinne verticali con leggera incidenza in modo da mantenere la corrente d'aria aderente alla coda della cabina, e aventi contemporaneamente funzione di timone di direzione alle alte velocità.

Al fine di sfruttare l'energia termica dissipata dal motore sia come raffreddamento attraverso il radiatore e irradiazioni dalle pareti del blocco motore tutta l'aria che entra dalla presa anteriore in corrispondenza della parete del radiatore, viene convogliata attraverso il tunnel che contiene la trasmissione sino alla parte posteriore della vettura dalla quale esce venendo così a mescolarsi con l'aria che sfugge dai fianchi.

Il tunnel è provvisto di una chiusura inferiore a tenuta d'aria.

Il tubo di scarico percorre pure detto tunnel trasmettendo calore all'aria che vi passa e sbocca quasi all'uscita del tunnel in un collo di Venturi, trovandosi così in una zona di leggera depressione e avendo così favorita l'uscita del gas.

I gas si mescolano con l'aria trasmettendo a questa il rimanente calore in modo da formare una unica massa che, uscendo dalla bocca di scarico, per effetto dello aumentato volume specifico, dovuto all'aumento di temperatura e al proporzionamento della bocca stessa, viene aumentato di velocità così da creare una leggera spirale o almeno l'annullamento parziale dei vortici di coda.

Nel punto poi in cui la parte superiore della cabina presenta una rapida deflessione della linea di corrente per obbligare i filetti fluidi a seguire la parete sino all'estremo lembo viene posta una fessura che messa in comunicazione con la zona di depressione del condotto di scarico del gas e dell'aria refrigerante aspira lo strato limite dei filetti e produce la deviazione dei filetti stessi secondo le linee della cabina.

Passaggi d'aria oltre che dal tunnel centrale possono essere ricavati attraverso le traverse laterali del telaio stesso. Fig. 3

In corrispondenza del ponte che durante le oscillazioni può arrivare con la parte

Figura 3.2. In questa pagina sono riportati i riscontri originali dell'epoca riguardanti gli studi dell'Ingegnere Savonuzzi sulla *Berlinetta Sperimentale Aerodinamica*, dove si possono leggere alcune delle principali caratteristiche aerodinamiche della vettura^[4].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica



Figura 3.3. Due viste 3/4 ritraenti la *Berlinetta Aerodinamica*, anche denominata *Cisitalia 202 CMM (Coupe Mille Miglia)*. Si possono notare alcune delle soluzioni aerodinamiche adottate, come le grandi pinne posteriori con funzione stabilizzatrice ad alte velocità, il muso basso con effetto deportante, le carenature delle ruote posteriori, gli estrattori posteriori ^[4] ^[5].

In seguito alle *Berlinette*, fu allestita anche la versione aperta, derivata direttamente dall'*Aerodinamica*: nasce così la *Spyder (Figura 3.4.)*, inizialmente denominata *Sport Special*, ottenuta tramite l'eliminazione dei tubi della capote ^[4].

Si sopperì al deficit di rigidità torsionale andando ad irrigidire il telaio ingabbiando i fianchi: altre modifiche riguardano in particolare la zona posteriore, dove le pinne furono ridimensionate e rimpicciolite e la coda fu resa più corta ^[4].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

Quest'autovettura esordì alla *Sassi-Superga* con Piero Dusio, ma ottenne il suo successo alla *Mille Miglia*, partita il 22 giugno 1947, la prima dopo la fine della *Seconda Guerra Mondiale* [4][5]. L'equipaggio a bordo della nuova *Cisitalia Spyder* era composto dal pilota Tazio Nuvolari e dal collaudatore Francesco Carena [4].

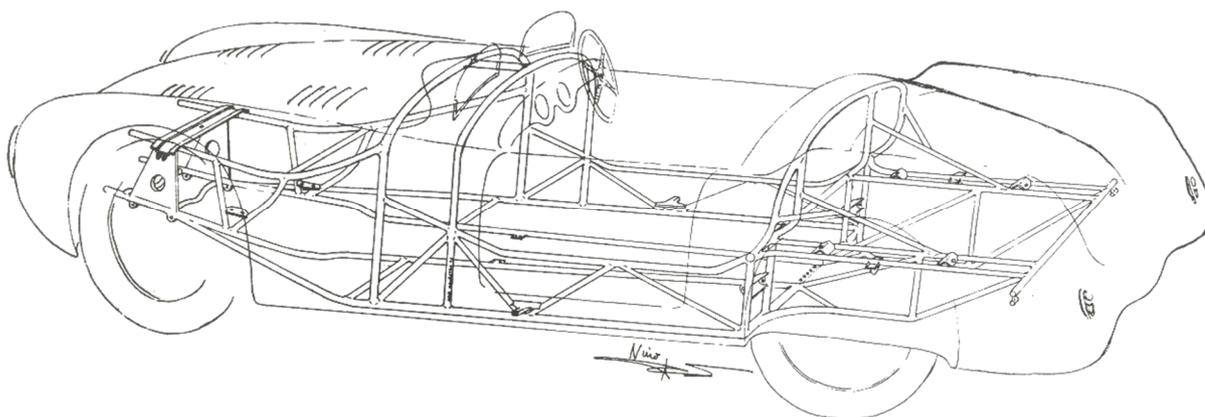


Figura 3.4. Disegno in trasparenza (con la firma di Nino Balestra) della *Cisitalia 202 SMM (Spyder Mille Miglia)*, dove si può osservare approssimativamente il telaio tubolare [4][5].

Presero parte alla competizione altre quattro *Cisitalia*: la *Cassone*, l'*Aerodinamica*, una *Spyder* con passo accorciato detta “*Razzo*” (pilotata da Dusio) e infine un'altra *Spyder* [5].

Alla stessa edizione della *Mille Miglia*, a bordo di un'*Alfa Romeo 8C 2900 B Berlinetta Touring*, partecipò anche Clemente Biondetti (che nel 1946 guidò una delle sette *Cisitalia D46* alla *Coppa Brezzi*) insieme a Emilio Romano [4][5].

Nuvolari, insieme al suo copilota, riuscì ad essere in vantaggio con la *Cisitalia 202 Spyder* per la maggior parte della gara, fino a quando, nelle fasi finali, dovette rallentare a causa di un violento temporale con pioggia e grandine: il magnete d'accensione si bagnò e la *Cisitalia* di Nuvolari si dovette fermare per circa 20 minuti e durante il temporale, inoltre, l'abitacolo della *Spyder* si riempì d'acqua, complicando ulteriormente la situazione [3][4][5]. L'*Alfa* con il tettuccio di Biondetti arrivò prima; Nuvolari riuscì a classificarsi comunque primo di categoria e secondo assoluto [4].

Venne considerato da tutti il vincitore morale per aver portato a termine una grandissima impresa: nonostante avesse 54 anni e fosse sofferente ai polmoni, era riuscito a tenere testa a una *2900* con una *1100* per la maggior parte della competizione [5].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

Le altre *Cisitalia* arrivarono una terza e l'altra quarta: fu un gran successo (nonostante il ritiro di 2 *Cisitalia*)^[5].

In seguito, vennero commercializzate circa 30 *Spyder* (prodotte tra il 1947 e il 1948), con i componenti telaistici e meccanici assemblati presso la *Cisitalia* e le carrozzerie allestite negli *Stabilimenti Farina* (Figura 3.5.); Piero Dusio, con il consenso di Nuvolari, la ribattezzò *Spyder Mille Miglia Nuvolari* (le caratteristiche tecniche sono riportate nella *tabella 3.1.*)^{[3][4][5][7]}.

Le *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* continuarono la loro attività sportiva in tutta Europa, negli Stati Uniti d'America e anche in Argentina^[5].

Infatti, l'autovettura oggetto di tesi, appartenente al *Museo Nazionale dell'Automobile (MAUTO)*, proviene proprio dall'Argentina^[8].

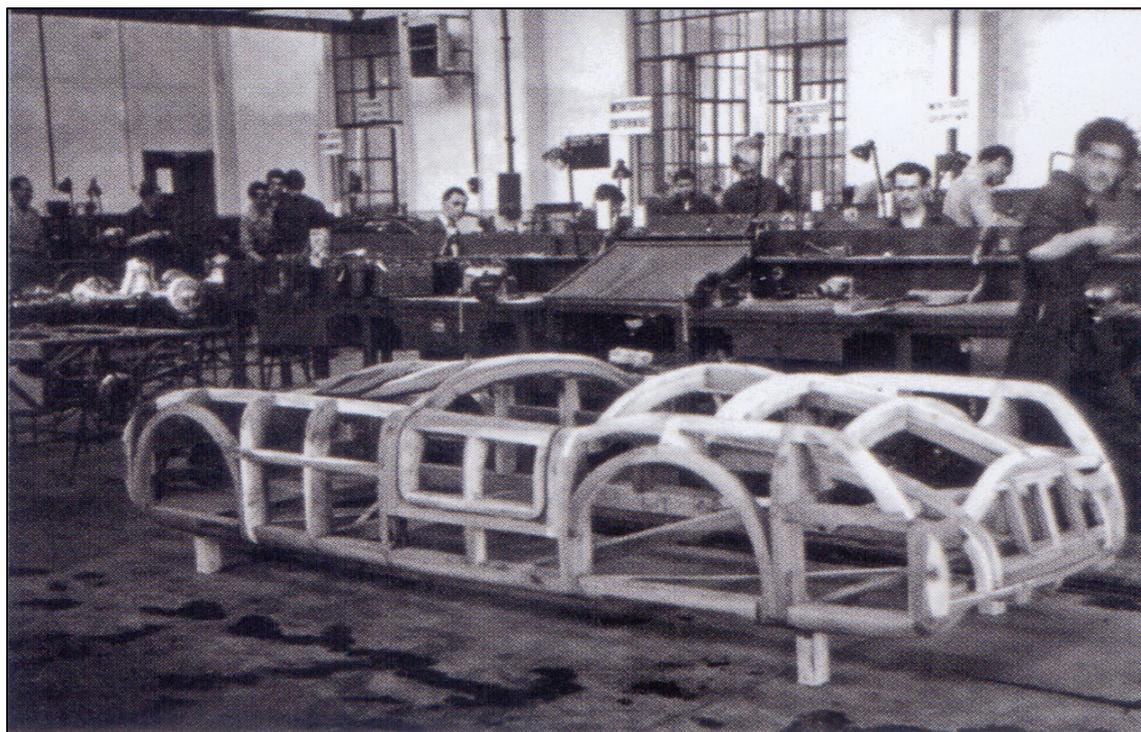


Figura 3.5. Mascherone in legno utilizzato per fissare le linee della *Cisitalia 202 SMM*^[4].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del "MAUTO": Ricostruzione Storiografica

CISITALIA 202 SMM NUVOLARI 1947 (STABILIMENTI FARINA)			
CONFIGURAZIONE			
Carrozzeria spyder in alluminio 2 porte stile "Ponton"		Motore anteriore longitudinale	
DIMENSIONI e PESI			
Lunghezza: 3300 mm	Passo: 2400 mm	Massa a vuoto: 660 kg	
Larghezza: 1450 mm	Carreggiata anteriore: 1258 mm	Serbatoio carburante: 45 Litri	
Altezza: 1140 mm	Carreggiata posteriore: 1247 mm	Posti: 2	
MECCANICA			
Tipo motore: 4 cilindri in linea di derivazione FIAT		Raffreddamento: a liquido, radiatore anteriore e pompa, 6,5 L	
Basamento: in ghisa	Testata: in alluminio	Carburante: benzina	Rapporto di compressione: 9,5:1
Cilindrata: 1089 cm ³	Alesaggio: 68 mm	Corsa: 75 mm	Frizione: monodisco a secco
Cambio: manuale a 4 marce + RM (3° e 4° sincronizzate), c omando a leva centrale			Trazione: posteriore
Distribuzione: a singolo albero a camme laterale nel basamento mosso da ingranaggi, 2 valvole per cilindro in testa comandate da aste e bilancieri			
Lubrificazione: forzata a carter secco, serbatoio d'olio con doppia pompa, radiatore anteriore, capacità di 7.2 Litri			
Alimentazione: 2 carburatori monocorpo verticali Weber 36 DR 4 SP		Accensione: a magnete A. T. Marelli MVE 4	
PRESTAZIONI			
Potenza: 65 CV a 5500 giri/minuto	Coppia: 11 kgm a 4000 giri/minuto	Velocità massima: 180 km/h	
Rapporto peso/potenza: 11 kg / CV		Consumo carburante: 10 Litri / 100 km	
CORPO VETTURA			
Telaio: a struttura tubolare in acciaio al cromo-molibdeno, con pianale in acciaio			Sterzo: a vite e settore
Freni anteriori e posteriori: idraulici a tamburo		Freno a mano: meccanico sulla trasmissione	
Sospensioni anteriori: a ruote indipendenti con triangoli trasversali oscillanti inferiori, 1 balestra semiellittica trasversale superiore, totale di 2 ammortizzatori idraulici telescopici			
Sospensioni posteriori: a ponte rigido con 2 balestre semiellittiche longitudinali, totale di 4 ammortizzatori idraulici telescopici			
Pneumatici: Pirelli Stella Bianca 5.00x15		Cerchi: a raggi Borrani da 3.50x15"	

Tabella 3.1. Riassunto delle principali caratteristiche tecniche della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* allestite presso gli *Stabilimenti Farina* ^[4] ^[5] ^[7].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

Grazie alle ricerche del *Centro di Conservazione e Restauro del MAUTO*, è stato possibile ricostruire la vita passata della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* che è stata sottoposta al restauro^[8].

Le seguenti informazioni sono state gentilmente condivise dall’Ingegnere Davide Lorenzone e dalla Dottoressa Chiara Armigliato (rispettivamente *Conservatore* e *Restauratrice* presso il *MAUTO*).

Facente parte di quel lotto di autovetture prodotte negli *Stabilimenti Farina* nel 1947, non è stato possibile risalire al primo proprietario della *Cisitalia 202 SMM* presa in esame (e quindi neanche al colore originale)^[8].

Si può, però, analizzare la storia della *202 SMM*, soprattutto per ricostruire la cronologia cromatica che risulterà molto utile per le fasi di restauro (soprattutto come illustrato nel *Capitolo 6*), a partire dal secondo possessore^[8]:

- **1949.** L’autovettura, usata, venne acquistata da René E. Soulas^[8]. Con la *Cisitalia*, verniciata con un colore nero (*Figura 3.6.*), si classificò secondo al *Parque Sarmiento Circuit di Córdoba* in *Argentina*^[8].



Figura 3.6. René E. Soulas sulla *Cisitalia 202 SMM*^[8].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

- **1950.** Il notaio Federico Andreíni acquistò la *Cisitalia 202 SMM*^[8]. Con la vettura, riverniciata color grigio – azzurro metallizzato (*Figura 3.7.*), partecipò a diverse competizioni nel periodo 1950 – 1952^[8].



Figura 3.7. Federico Andreíni che pilota la *Spyder Nuvolari*^[8].

- **1965.** Il figlio di Federico Andreíni, Juan Carlos, iniziò a utilizzare la vettura su strada^[8]. Alla *202 SMM* venne aggiunta una striscia centrale di colore argento (*Figura 3.8.*), per emulare lo stile delle autovetture *Shelby Cobra* in voga a quel tempo^[8].



Figura 3.8. Juan Carlos Andreíni a bordo della *202*: si può notare la striscia centrale aggiunta^[8].

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

- **1986.** I figli di Federico Andreini decisero di vendere l’automobile, ferma ormai da 15 anni^[8]. In questa occasione si portò a termine un restauro (*Figura 3.9.*), caratterizzato da una riverniciatura color *Rosso Corsa Italia*^[8].



Figura 3.9. La *Cisitalia* dopo il restauro degli anni '80 ^[8].

- **1986 – 1987.** La *Cisitalia* fu acquistata dal giornalista Enrique Sánchez Ortega (detto *ESSO*)^[8]. La 202 SMM partecipò al *Rally de la Cumbre* e l’anno successivo, in occasione della *Mille Miglia*, venne effettuata una riverniciatura color Argento (il colore che la vettura presenta all’inizio dei lavori di restauro oggetto di tesi, in *Figura 3.10.*)^[8].



Figura 3.10. Ortega con la sua vettura^[8].

- **1988. L’automobile venne acquistata dal collezionista B.**^[8].
- **1995. Attraverso uno scambio, la *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* giunse al MAUTO**^[8].

Queste sono le tappe principali che hanno contraddistinto la vita pregressa della *Cisitalia 202 SMM* prima che arrivasse al *MAUTO* e che hanno permesso di ricostruire la cronologia cromatica dell’automobile (utile, come illustrato nel *capitolo 6*)^[8].

Infine, si evidenzia che nel 2018 è stato effettuato un restauro funzionale della meccanica dell’autovettura, che ne ha assicurato l’affidabilità durante numerosi eventi^[8].

Ricostruire la vita dell’automobile è importante per due motivi principali:

- Per preparare le fasi di restauro, cercando di venire a conoscenza di danni e incidenti gravi che l’automobile potrebbe aver subito in passato e concentrarsi così nell’effettuare particolari interventi mirati di risanamento e messa in sicurezza (nel caso della *Cisitalia* non sono state trovate informazioni al riguardo, quindi è stato effettuato un restauro che è andato a risolvere problemi dovuti essenzialmente all’usura e all’invecchiamento dei componenti e/o a danni e incidenti di lieve – media entità).
- Per verificare l’autenticità dell’automobile nel caso di modelli rari (come in questo caso).

I principali eventi che hanno caratterizzato la vita della *Cisitalia* sono riassunti in *Tabella 3.2.* nella pagina seguente.

3. La Cisitalia 202 SMM Nuvolari del “MAUTO”: Ricostruzione Storiografica

COMPETIZIONI SPORTIVE				
PROPRIETARI	ANNO	NOME COMPETIZIONE	LUOGO	
René Emilio Soulas	1949	Parque Sarmiento	Córdoba, Argentina	
Federico Andreini	1950	Parque Independencia	Rosario, Argentina	
		GP Libertador San Martín	La Plata, Argentina	
		Parque Urquiza	Paraná, Argentina	
		Parque Sarmiento	Córdoba, Argentina	
	1951	GP Costanera Juan D. Perón	Buenos Aires, Argentina	
	1952	Premio Presidente Juan D. Perón	Buenos Aires, Argentina	
PARTECIPAZIONI AD EVENTI RIEVOCATIVI				
PROPRIETARI	ANNO	NOME EVENTO	LUOGO	
Enrique Sánchez Ortega	1986	Rally de La Cumbre	Córdoba, Argentina	
	1987	1000 Miglia	Brescia, Italia	
		Rally de La Cumbre	Córdoba, Argentina	
MAUTO	2019	Goodwood Festival of Speed	Chichester, Regno Unito	
		1000 Miglia	Brescia, Italia	
		Giro di Sicilia	Palermo, Italia	
		Coppa d'oro delle Dolomiti	Cortina d'Ampezzo, Italia	
		Gran Premio Nuvolari	Mantova, Italia	
		Targa Florio	Palermo, Italia	
	2020	1000 Miglia	Brescia, Italia	
	2022	Ennstal – Classic	Gröbming, Austria	
		Grand Premio Nuvolari	Mantova, Italia	
	2023	1000 Miglia	Brescia, Italia	
		Ennstal – Classic	Gröbming, Austria	
		Grand Premio Nuvolari	Mantova, Italia	

Tabella 3.2. Principali competizioni e partecipazioni che hanno caratterizzato il passato della *Cisitalia 202 SMM* del MAUTO^[8].

4. PRIME FASI DEL RESTAURO

Dopo la prima parte storiografica, in questo capitolo vengono illustrate le prime fasi del restauro che ha interessato la carrozzeria della *Cisitalia 202 Spyder Mille Miglia Nuvolari* del Museo Nazionale dell'Automobile. Il restauro è stato effettuato presso la *Carrozzeria Fratelli Schimmenti S.r.l.* di Santena (TO).

Saranno illustrati i processi di restauro, per quanto possibile, in ordine cronologico, ma è necessario tener ben presente che spesso più interventi sono stati svolti contemporaneamente e talvolta gli operatori sono stati costretti ad effettuare passi indietro e ad intervenire nuovamente su intere riparazioni e ripristini alla luce della scoperta di nuovi difetti e danni scoperti durante i lavori.

Le prime fasi del restauro sono coincise con una serie di analisi (per lo più visive) atte a determinare le condizioni conservative che contraddistinguevano il veicolo preso in esame. Tutto questo è servito per procedere con una stima degli interventi necessari da effettuare al fine di riparare e ripristinare tutti i danni, i difetti e le problematiche che la *Cisitalia* ha accumulato nel corso degli anni di utilizzo.

Oltre a questo tipo di analisi e di valutazioni, si è provveduto, poi, allo smontaggio dell'autoveicolo per procedere con le successive fasi di restauro.

4.1. Perizia delle condizioni generali dell'autoveicolo

Le prime analisi visive hanno mostrato evidenti danni riportati dal veicolo conseguentemente all'utilizzo (anche in competizioni sportive, quindi in condizioni di alte sollecitazioni) e all'inevitabile ossidazione dell'alluminio della carrozzeria. Alcuni di questi danni consistono in cricche interne ed esterne della parte frontale della carrozzeria, maggiormente sollecitata dalle vibrazioni del motore e di tutte le parti meccaniche. I maggiori danni che sono stati individuati saranno poi riportati nel dettaglio più avanti nella trattazione, nel momento in cui verranno esposti gli interventi di ripristino e riparazione delle lamiere.

Nel mondo del restauro di auto d'epoca non è affatto raro ritrovarsi davanti a una vettura che all'apparenza risulta in buone condizioni e che in seguito a una sabbatura inizia a mostrare un'enorme quantità di problematiche.

4. Prime Fasi del Restauro

In alcuni casi, infatti, i danni presenti sulla *Cisitalia* (Figura 4.1.) mascheravano ancora in parte la loro vera natura, che poteva rientrare nella tipologia strutturale o in quella che riguarda puramente la questione estetica, andando ad intaccare solo i rivestimenti protettivi dell'alluminio (Figura 4.2.).



Figura 4.1. La *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* all'arrivo in officina presso la *Carrozzeria Fratelli Schimmenti S.r.l.*



Figura 4.2. Fessurazione nella parte inferiore del parafrangente posteriore destro.

Se, ad esempio, si era individuata una piccola crepa, senza andare effettivamente a carteggiare e scoprire il metallo, si poteva avere il lecito dubbio che si trattasse:

- Di una cricca che ha interessato parte del lamierato d'alluminio, propagandosi in seguito a sollecitazioni strutturali;
- Di una fessurazione appartenente agli strati di stucco e vernice superficiali che iniziavano a sfaldarsi in seguito all'invecchiamento;
- Di un danno passato ripristinato in maniera approssimativa o con materiali di dubbia qualità.

Queste incertezze non si presentavano nel caso di cricche di rilevante dimensione, che manifestavano anche disallineamento e deformazione della lamiera interessata (come nel caso della cricca innescata a partire dal profilo vano motore e propagatasi lungo il parafango anteriore destro, in *Figura 4.5.*).

Anche i danni dovuti all'ossidazione e alla corrosione sono risultati più facili da individuare e da classificare in base alla loro natura: infatti, la zona interessata da questa tipologia di problematiche, risultava estesa sulle superfici, caratterizzate da andamenti altamente irregolari a causa dei rigonfiamenti dei rivestimenti delle lamiere e a causa della perforazione delle stesse da parte degli ossidi.

Da questi esami visivi preliminari si è potuto osservare e individuare le zone sulle quali intervenire maggiormente:

- Parafango anteriore destro (in particolare lungo l'arcata del passaruota, in *Figura 4.3.*);
- Lungo i bordi del cofano anteriore (*Figura 4.3.*);
- Lungo la linea di chiusura del vano motore (*Figura 4.3.*);
- Lungo la linea di chiusura dei vani porta (*Figura 4.6.*);
- Zona posteriore-inferiore del parafango posteriore destro (*Figura 4.3.*);
- Sul cofano del baule posteriore (in particolar modo lungo il perimetro, in *Figura 4.4.* e *Figura 4.7.*);
- Si presentavano molteplici difetti di registrazione e di accoppiamento tra le parti mobili e la scocca.

Per capire meglio l'entità dei danni, è stato necessario in seguito rimuovere progressivamente gli strati di vernice e stucco tramite l'operazione di carteggiatura utilizzando carte abrasive apposite.

4. Prime Fasi del Restauro

A questo punto tutti i difetti sono stati marcati e cerchiati con un pennarello indelebile per essere evidenziati e ben visibili nelle successive fasi di lastratura, fasi illustrate nel *capitolo 5*, in cui tutti i danni sono stati eliminati e la lamiera è stata ripristinata con opportune tecniche.

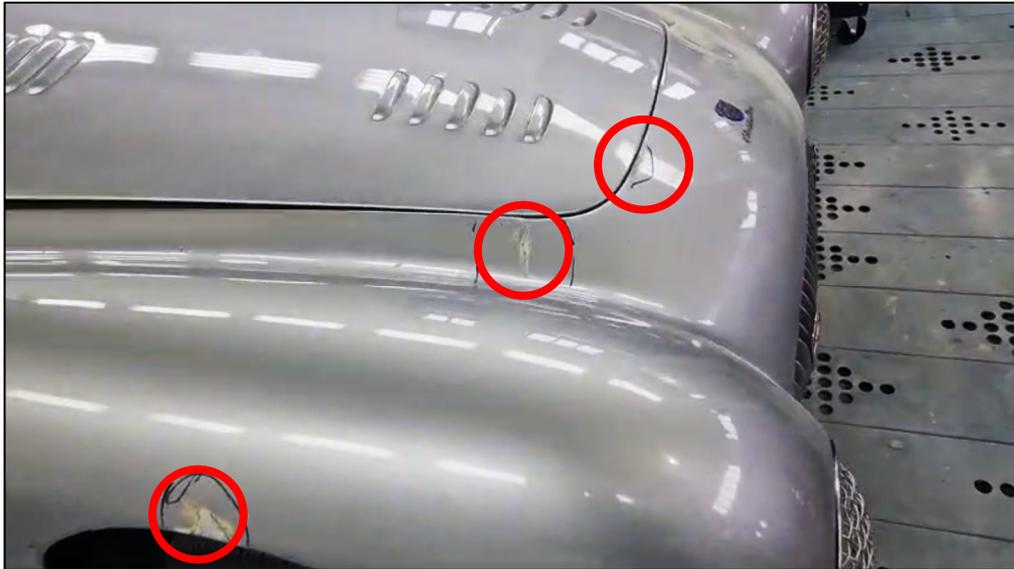


Figura 4.3. Marcatura dei danni con pennarello. In particolare modo si evidenziano cricche che dovranno ricevere un intento di saldatura.

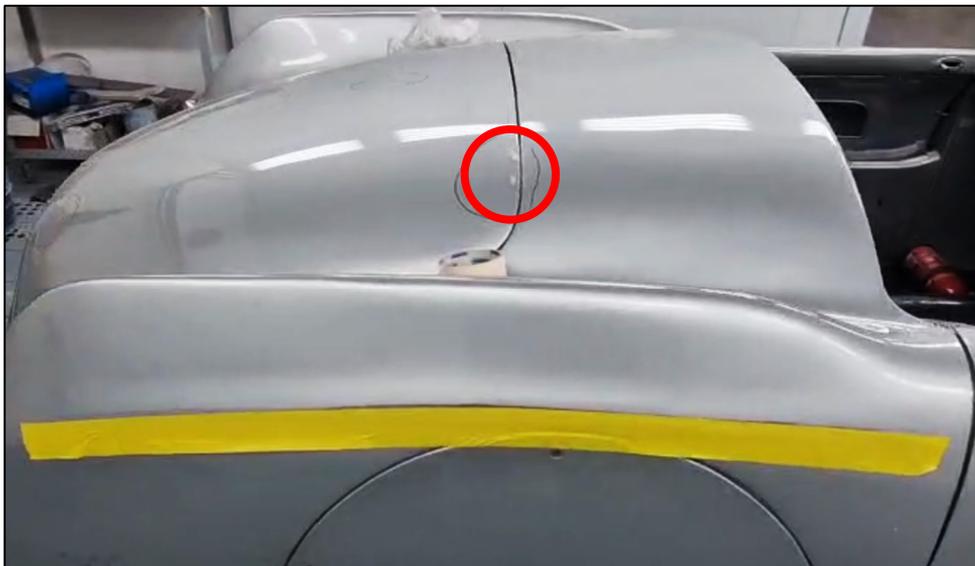


Figura 4.4. Nel cerchio rosso, marcatura di danni di corrosione (forse a causa di una vecchia saldatura effettuata male) lungo il profilo del cofano posteriore. È stato usato nastro colorato per evidenziare irregolarità delle linee della scocca.

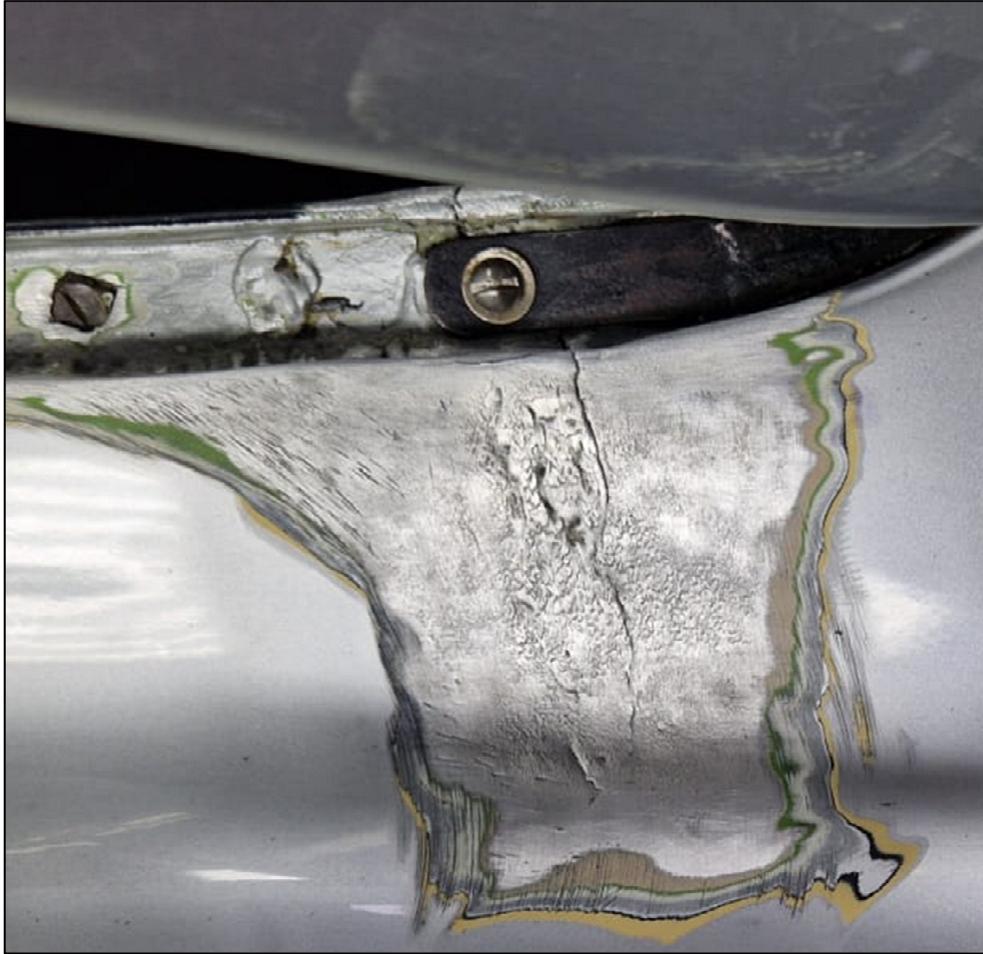


Figura 4.5. Cricca estesa (circa 10 cm di lunghezza), innescata in prossimità del profilo del vano motore e propagatasi lungo il parafango anteriore destro.



Figura 4.6. Corrosione perforante dell'alluminio lungo il profilo inferiore del vano porta destro. Si può notare anche un tubo in acciaio del telaio.

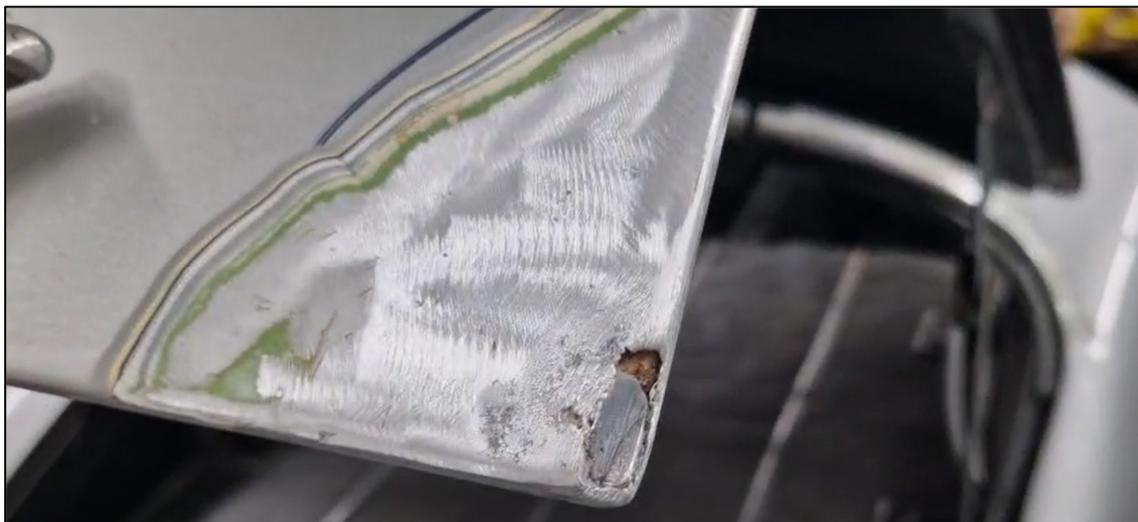


Figura 4.7. Perforazioni dovute all'ossidazione dell'alluminio sull'angolo inferiore destro del profilo del cofano posteriore.

4.2. Analisi preliminari sulle vernici

In queste fasi di perizia si sono svolte anche analisi inerenti allo spessore dei prodotti protettivi delle lamiere della carrozzeria tramite spessimetro (strumento che verrà presentato nel dettaglio nel capitolo 6).

Queste misure sono state condotte in più zone dell'autovettura: l'obiettivo era sondare quante più parti possibili per tentare di ipotizzare quanti strati di prodotti erano presenti sopra la scocca.

Spessori elevati e disomogenei potrebbero essere, infatti, indice della presenza di alte quantità di stucco in determinate zone con l'eventuale presenza di danni ripristinati in maniera non eccellente. Si fanno un paio di esempi esplicativi per distinguere alcuni casi:

- Se si procede con la misura degli spessori della vernice in tre zone distinte di un'autovettura e si misurano in tutte e tre le zone degli spessori elevati ma omogenei, come ad esempio $700\ \mu\text{m}$, non è detto che si è in presenza di danni ripristinati tramite il consistente apporto di stucco, ma potrebbe trattarsi di un'autovettura che in passato ha ricevuto molte riverniciature senza delle preventive sverniciature, in quanto una verniciatura originale di fabbrica dovrebbe aggirarsi in media su uno spessore sotto i $200\ \mu\text{m}$ circa.
- Se, invece, nelle tre zone distinte esaminate si misurano degli spessori molto disomogenei, come ad esempio $300\ \mu\text{m}$, $500\ \mu\text{m}$ e $700\ \mu\text{m}$, è più probabile che le zone caratterizzate da uno spessore più elevato siano effettivamente interessate da danni pregressi e che sono state

effettuate stuccature e riverniciature mirate che potrebbero nascondere problematiche che richiederebbero un adeguato ripristino.

Nel dettaglio del lavoro di tesi, sono stati registrati spessori abbastanza omogenei ed elevati, che si aggiravano nell'intorno dei $700 \mu\text{m}$ (Figura 4.8.): si è quindi ipotizzato che l'automobile presentava molti strati di prodotti (come primer, fondi, stucchi e vernici) ma ciò non testimoniava la presenza di numerose altre problematiche nascoste oltre a quelle evidenziate durante le perizie visive iniziali.



Figura 4.8. Esempi delle misurazioni degli spessori dei vari strati di rivestimenti dell'alluminio della carrozzeria (in particolare, in prossimità del perimetro del cofano motore).

4.3. Smontaggio del veicolo

Prima di iniziare con i processi di lastratura, è necessario procedere con lo smontaggio di tutte le parti che sarebbero potute risultare d'intralcio. Sono stati rimossi, ad esempio:

- I sedili,
- I due piccoli parabrezza,
- Gli stemmi e le scritte (prendendo accuratamente i riferimenti per il rimontaggio al termine del restauro, come in *Figura 4.9.*),

4. Prime Fasi del Restauro

- Le ghiera dei fari con griglia di protezione incorporata,
- L'estintore,
- Le modanature e i rivestimenti in alluminio dei vani porta.

Tutti i pezzi smontati sono stati attentamente catalogati per facilitare le procedure di rimontaggio a valle del progetto di restauro. Alcuni componenti degli interni, come volante e cruscotto/strumenti, sono rimasti montati, ma sono stati accuratamente rivestiti per non essere danneggiati durante i lavori.

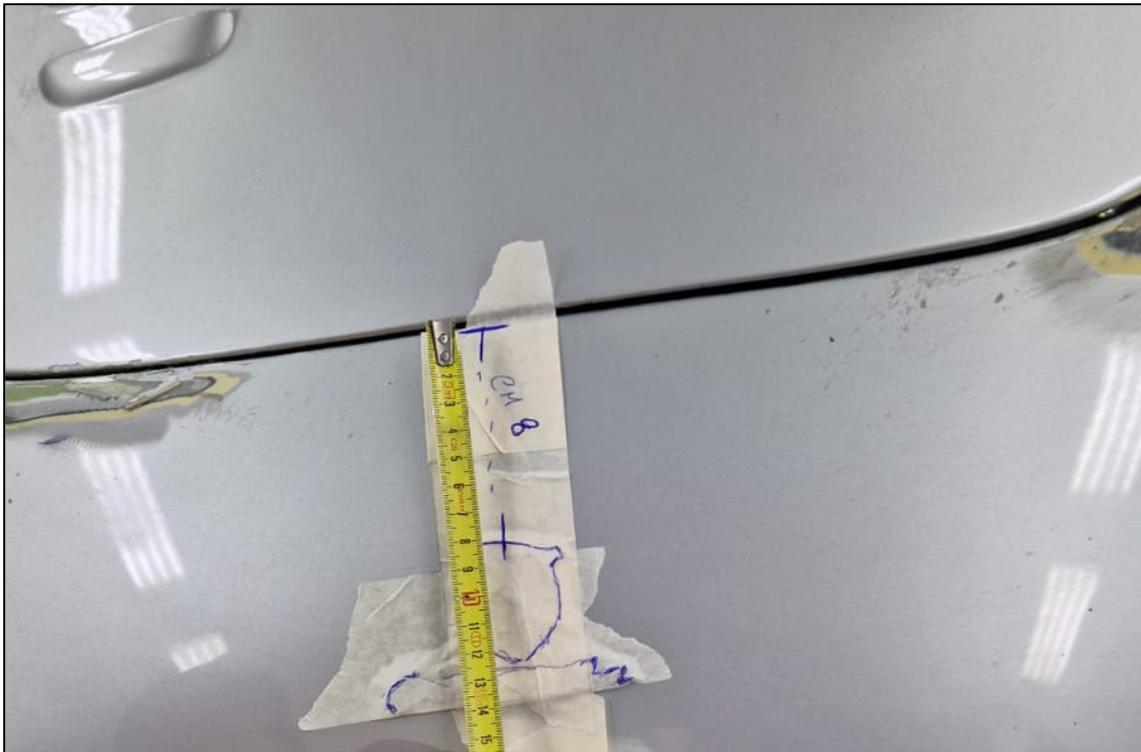


Figura 4.9. Esempio procedura di presa dei riferimenti per smontaggio (e futuro rimontaggio) degli stemmi e delle scritte.

5. LASTRATURA

In seguito allo smontaggio delle parti mobili e dei principali accessori, il progetto di restauro si è avviato con le fasi di *lastratura*; processo caratterizzato da diverse operazioni che complessivamente hanno ripristinato i danni che interessavano i lamierati e i loro accoppiamenti. In particolar modo, nell'ambito del restauro della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari*, le operazioni di lastratura hanno interessato quasi esclusivamente le lamiere in alluminio che costituivano la scocca e il rivestimento esterno delle parti mobili. Si parlerà genericamente di “*alluminio*” in quanto, tramite le ricerche storiografiche, non è stato possibile risalire con esattezza alla tipologia di lega d'alluminio impiegata nella fabbricazione della scocca della *Cisitalia*. Le lamiere di alluminio erano collegate al telaio tubolare in acciaio al cromo – molibdeno essenzialmente tramite piegatura e battitura dei bordi attorno ad apposite appendici del telaio (o dei telaietti che costituivano la struttura dei cofani e delle porte): in questo modo, l'alluminio, per deformazione plastica, era stato serrato rigidamente attorno al telaio. La tecnica di giunzione sopracitata veniva comunemente appellata *cianfrinatura*, in quanto si indica con la parola *cianfrino* l'avvolgimento dell'alluminio attorno le sporgenze del telaio (da non confondere con la *cianfrinatura* più comunemente conosciuta come tecnica di preparazione di due lembi di lamiere da saldare). I ripristini che sono andati a risanare i danni possono essere suddivisi essenzialmente in:

- Riparazione e rinforzi delle cricche;
- Riparazione dei danni dovuti all'ossidazione.

In particolare, alcune ipotesi generali si possono formulare sulla presenza di deformazioni plastiche e sulla propagazione di cricche all'interno dell'alluminio:

- Fenomeni di fatica perpetrati nel tempo, come:
 - tensioni propagate all'interno dei lamierati in seguito a sollecitazioni trasmesse dalle sospensioni soggette alle asperità del manto stradale;
 - sollecitazioni derivanti dalle vibrazioni caratteristiche del funzionamento degli organi meccanici.
- Diversa deformabilità tra l'acciaio al cromo – molibdeno del telaio e l'alluminio della scocca, connessi rigidamente.
- Azioni meccaniche impulsive, come le forze d'impatto ricevute durante la manifestazione di ipotetici incidenti di varia natura.

5. Lastratura

Che si tratti di danni strutturali o di danni d'ossidazione, in ogni caso, le riparazioni dell'alluminio hanno avuto in comune quasi sempre l'utilizzo della saldatura a filo continuo di tipo *MIG (Metal-arc Inert Gas)*. Si è utilizzato argon come gas di protezione. Sono state adottate bobine in lega di alluminio con magnesio al 5% (quindi una di quelle leghe che rientrano nella serie 5000, commercialmente dette *Peraluman*^[9]). Le operazioni svolte possono essere riassunte nel seguente modo:

- Nel caso delle cricche, è stato possibile procedere al risanamento tramite saldature mirate e concentrate, andando così ad eliminare la discontinuità creatasi e propagatasi precedentemente con la cricca (in alcuni casi è stata necessaria la saldatura di piastre di rinforzo e di inspessimento della lamiera).
- Nel caso delle zone corrose, invece, si è proceduto con tagli per asportare le zone assottigliate e/o perforate dalla propagazione dell'ossidazione. In seguito, la lamiera nuova è stata modellata tramite taglio e deformazione plastica, prendendo i riferimenti geometrici dalla zona che era stata interessata dall'asportazione del materiale compromesso. Infine, sono stati saldati sulla scocca i componenti metallici nuovi appositamente preparati e sono stati ulteriormente modellati in base ai profili richiesti.

Il processo di saldatura *MIG* ha sempre avuto dei passaggi comuni tutte le volte che è stata richiesta la sua applicazione. In particolare, per assicurarsi che la saldatura fosse effettuata in modo corretto:

- Si puliva accuratamente la zona d'interesse, eliminando polvere, sporco e tutti gli altri materiali che potevano interferire con la saldatura (cioè, si è provveduto a rimuovere accuratamente la vernice, lo stucco, i fondi e i primer applicati in passato sulle superfici da saldare). In particolare, si sottolinea che, quando si saldavano pezzi di alluminio nuovi, è stato necessario smerigliare il contorno da saldare per togliere lo strato protettivo caratteristico dell'anodizzazione, altrimenti il componente non sarebbe risultato saldabile.
- In seguito alla saldatura, è stato necessario smerigliare il cordone sopraelevato che si è venuto a creare per ottenere una superficie omogenea e continua con il resto del componente. In particolare, si può affermare che è stata largamente utilizzata una smerigliatrice di tipo angolare, con l'ausilio di dischi specifici, adoperati in successione seguendo un ordine di potere abrasivo decrescente al fine di ottenere delle superfici a bassa rugosità adatte alla successiva fase di verniciatura. Invece, lì dove le saldature erano state effettuate in zone anguste da raggiungere, si è fatto uso di smerigliatrici a pistola e di smerigliatrici a nastro di piccole dimensioni. Esistono diverse smerigliatrici e

numerosissime tipologie di dischi, ognuna con un fine specifico suggerito dal produttore (*Figura 5.1.*). Tramite la smerigliatura si è potuto anche testare la qualità della saldatura e comprendere se i metalli si fossero fusi e solidificati correttamente andando a creare un componente unico e continuo. Infatti, le forze di abrasione derivanti dalla smerigliatura erano in grado di asportare via anche quei lembi di metallo che non erano riusciti a diventare parte integrante della struttura della lamiera, lasciando così delle irregolarità. In certi casi, quindi, le operazioni di saldatura sono state ripetute più volte al fine di ottenere delle superfici uniformi e continue.



Figura 5.1. A partire da sopra: smerigliatrice angolare con alcune varianti di dischi (per l'uso specifico, fare affidamento ai produttori). Sotto, smerigliatrice pneumatica con dischetti abrasivi.

La figura professionale specializzata che svolge questi tipi di processi è denominata “*battilastra*”. Egli, nelle fasi di lastratura, ha anche il compito di assicurare e ripristinare la regolarità e la continuità delle luci e dei giochi degli accoppiamenti presenti tra le parti mobili e la scocca, concentrandosi maggiormente sulla loro funzionalità durante le fasi di apertura e chiusura, eliminando eventuali interferenze tra componenti e porre rimedio a deformazioni permanenti formatesi con l'utilizzo perpetrato nel tempo dell'automobile. Inoltre, deve eliminare tutte le discontinuità tra scocca e parti mobili quando esse assumono la loro configurazione chiusa. Queste correzioni possono avvenire in vario modo, ad esempio:

- Tramite deformazione plastica delle lamiere, attraverso l'impiego di vari strumenti, primi tra tutti martelli di diversa conformazione e tasselli da interporre tra martello e lamiera da modellare. I tasselli più comuni hanno generalmente forma prismatica e hanno il compito di diffondere l'impulso sprigionato dal martello su una superficie più ampia (o su superfici diverse contigue che devono risultare complanari, come quelle di uno sportello chiuso e della scocca). In base al loro materiale e alla loro forma, inoltre, i tasselli sono in grado di

5. Lastratura

assorbire e trasmettere alla lamiera in quantità differenti la sollecitazione causata dal martello, provocando così deformazioni plastiche più o meno accentuate: infatti si possono adoperare tasselli in lega metallica, in teflon, in legno. Infine, altri strumenti molto utilizzati possono essere palanchini (che al contrario del tassello concentra maggiormente gli impulsi sprigionati dal martello andando ad agire su una zona con area minore), scalpelli e leve metalliche di vario genere (*Figura 5.2.*).



Figura 5.2. Panoramica su alcuni tasselli metallici (a sinistra). A destra scalpelli / leve. L'utilizzo di ogni strumento è connesso strettamente all'esperienza di ogni singolo professionista, che può usare tecniche diverse per arrivare alla stessa forma della lamiera desiderata.

- L'aggiunta o la sottrazione di materiale metallico lungo i bordi dei profili dei lamierati (rispettivamente tramite saldatura e/o smerigliatura);
- La registrazione delle cerniere di apertura delle parti mobili tramite interposizione di spessori appositamente modellati nelle zone di attacco o tramite modellazione con deformazione plastica o ricostruzione delle stesse cerniere.
- La registrazione e la regolazione delle serrature di porte e cofani.

Queste sono tutte operazioni che sono state svolte da operatori specializzati durante il restauro della *Cisitalia 202 SMM*. Nelle fasi di lastratura, quindi, sono state condotte delle correzioni agli accoppiamenti, facenti parti delle prime fasi di *riquadatura* dei profili dei vani e delle parti mobili, incentrate soprattutto all'ottenimento di una corretta funzionalità e un corretto accoppiamento strutturale, mentre le operazioni di *riquadatura* che hanno migliorato e definito ulteriormente giochi e luci sotto anche un punto di vista estetico sono state condotte durante le successive fasi di modellazione.

5.1. Riparazione e rinforzi delle cricche

Avendo appena presentato un quadro generale, in questo paragrafo (e nel seguente *paragrafo 5.2.*) si descrivono più nel dettaglio alcune delle più significative operazioni di riparazione, con l'utile ausilio della documentazione fotografica dei processi.

Si analizza il ripristino più significativo che rientra a far parte delle riparazioni che hanno interessato le cricche. Si tratta della cricca a tutto spessore caratterizzata dalle maggiori dimensioni, ovvero quella presente in prossimità del profilo vano motore (*Figura 5.3.*) e che si estendeva per una lunghezza di circa 10 cm in direzione trasversale lungo il parafrangente anteriore destro, come mostrato più avanti in *Figura 5.7.*

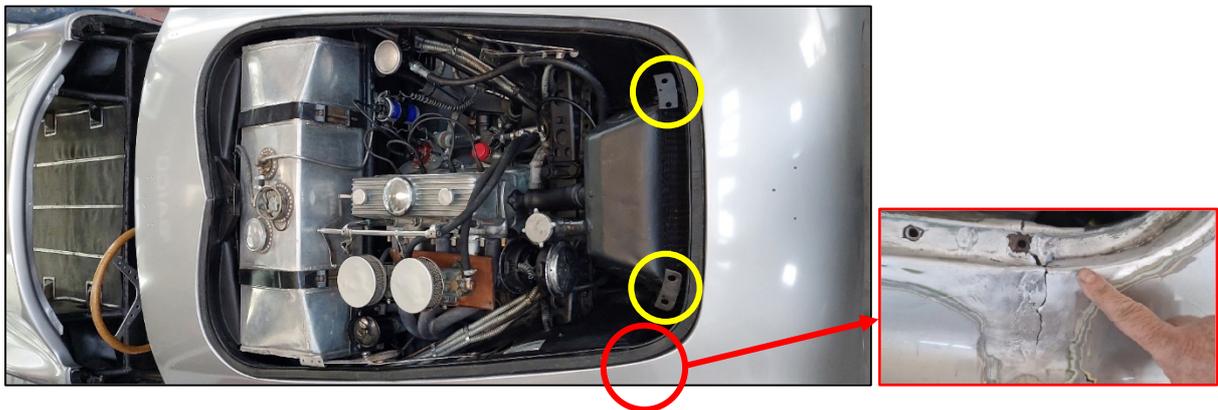


Figura 5.3. Il vano motore nel suo complesso (dopo il restauro e senza il cofano). Nel cerchio rosso la zona di propagazione della cricca (con relativo ingrandimento). Nei cerchi gialli le piastre di attacco delle due cerniere anteriori del cofano motore.

Questo danno, oltre che dall'estensione, è stato anche caratterizzato da un elevato numero di operazioni di ripristino. La cricca si era nucleata a partire dalla circonferenza di un foro presente sulla scocca in alluminio previsto per l'attacco tramite vite e bullone a una paratia in acciaio facente parte della zona interna del vano motore e collegata rigidamente al telaio.



Figura 5.4. Piastra superiore di rinforzo per l'attacco delle cerniere anteriori del cofano motore. Nel cerchio rosso la zona di propagazione della cricca (qui già ripristinata). Nel cerchio giallo il foro coincidente con il punto di serraggio della piastra dal quale si è propagata la cricca. Sullo sfondo la gola di alloggiamento della guarnizione del vano motore e della piastra in questione.

5. Lastratura

Sullo stesso foro si scaricava anche parte del peso del cofano, in fase di apertura, in quanto era imbullonata la piastra superiore di rinforzo in acciaio messa per irrigidire la zona circostante agli attacchi delle cerniere del cofano (*Figura 5.4.*). Ipotesi più mirate si possono formulare sulle cause dell'origine e sulla propagazione di tale cricca:

- La zona di interesse è posizionata strettamente al di sopra della sospensione anteriore destra (che è collegata al telaio tubolare). Perciò si può ritenere che la cricca possa essere la conseguenza di sollecitazioni di fatica perpetrate nel tempo in seguito all'assorbimento delle asperità della strada; considerando anche che un'autovettura di 77 anni potrebbe essere caratterizzata da componenti isolatori di vibrazioni e smorzatori di oscillazioni (come boccole in gomma, ammortizzatori e simili) usurati o che nella vita precedente non hanno ricevuto una manutenzione adeguata.
- La cricca si trova a ridosso del vano motore, quindi in una zona in cui si propagano le principali sollecitazioni derivanti dalle vibrazioni del motore e dei principali organi meccanici.
- La cricca si è formata in un punto di attacco e di serraggio rigido con vite e bullone, caratterizzata anche dalla *cianfrinatura* dell'alluminio sull'acciaio. È una zona dove le sollecitazioni tra scocca e telaio si trasmettono maggiormente: inoltre, il foro potrebbe essere stato effettuato grossolanamente, con la presenza di difetti lungo il bordo del foro stesso fin dall'inizio della vita dell'automobile, provocando una maggior concentrazione delle tensioni (secondo la teoria della *Meccanica della Frattura Lineare Elastica*).
- Il serbatoio del carburante è posizionato sotto al cofano anteriore, interposto tra il motore e la parete parafiamma. Per accedervi è necessaria l'apertura del cofano. Considerando che l'automobile ha preso parte a diverse competizioni, è plausibile che, per effettuare dei rifornimenti veloci, il cofano venisse aperto incautamente e violentemente, facendo scaricare impulsivamente il suo peso (come se fosse una leva) sui punti di serraggio delle cerniere e delle piastre di rinforzo.
- Il frontale risulta deformato e tale deformazione potrebbe essere attribuita a un incidente. Un possibile impatto scaricherebbe l'impulso sulle zone di attacco tra telaio e scocca.

Le cerniere del cofano sono in totale quattro: due sono posizionate nella parte anteriore del vano motore e sono caratterizzate da due piastre: una, quella inferiore (*Figura 5.5.*), con la funzione di alloggiamento delle cerniere anteriori e di aggancio alla scocca nella parte interna del vano motore (in prossimità del radiatore) tramite serraggio con viti e bulloni.



Figura 5.5. Piastra inferiore di alloggiamento delle cerniere, posizionata in prossimità del radiatore nella parte interna del vano motore, ancorata alla scocca in alluminio. Le cerniere montate sono ben visibili in *Figura 5.3*.

La piastra superiore (*Figura 5.4.*), invece, prende posto all'interno della gola di alloggiamento della guarnizione del vano motore: oltre ad avere alcuni fori coincidenti con la piastra inferiore, il suo ancoraggio si estende anche fino al foro da cui si è nucleata e propagata la cricca presa in esame. Si fa presente che il radiatore, in fase di restauro, è stato riposizionato registrando le staffe in quanto i bracci delle cerniere anteriori del cofano andavano ad urtare su di esso durante l'apertura e la chiusura. Infine, altre due cerniere, in acciaio cromato, sono fissate circa a metà della lunghezza dei profili del lato destro e del lato sinistro del vano motore (*Figura 5.6.*). Tutte le cerniere sono collegate tramite serraggio con viti alla struttura portante del cofano motore, consistente in un telaietto in acciaio con sezione a *omega più piattabanda* che segue il perimetro del cofano.



Figura 5.6. Cerniere in acciaio cromato, serrate lungo i profili laterali del vano motore e del telaietto portante della struttura del cofano. Nel cerchio rosso, il finecorsa ricostruito tramite saldatura *MAG* per acciaio (smerigliando ed eliminando prima la cromatura).

5. Lastratura



Figura 5.7. La cricca prima della riparazione. Sotto si nota la ripiegatura (*cianfrinatura*) dell'alluminio della scocca sul bordo della paratia in acciaio del vano motore, rigidamente collegata al telaio tubolare.

Per effettuare la riparazione sono stati condotti i seguenti passaggi:

- La cricca (*Figura 5.7.*), dopo la pulitura della zona, è stata parzialmente saldata lungo i fianchi della gola della guarnizione del vano motore (*Figura 5.8.* e *Figura 5.9.*). Dopo la smerigliatura della saldatura, si è ridefinita la forma del profilo con deformazioni plastiche tramite tassello e martello.



Figura 5.8. Saldatura lungo i fianchi del profilo della gola della guarnizione del vano motore.



Figura 5.9. Altra prospettiva della cricca e della sua saldatura parziale. Sulla destra il profilo del parafango anteriore destro.

- Si è svitata la copertura in acciaio interna del locaro parasassi per raggiungere da sotto al parafrangente la zona di propagazione della cricca per posizionare una piastra di rinforzo (*Figura 5.10.*). La piastra è stata ottenuta da una lastra nuova di alluminio, prendendo riferimenti geometrici e in seguito tagliando opportunamente. Sulla piastra di rinforzo sono stati praticati dei fori, coincidenti con quelli presenti sulla scocca, sia per avere dei riferimenti di posizionamento, sia per saldare lungo i bordi dei fori stessi. I fori, per questo motivo dovevano coincidere. Si è smerigliata la piastra per togliere lo strato anodizzato esterno per permettere la successiva saldatura. Si è effettuato il posizionamento e il centraggio tramite cacciavite.



Figura 5.10. Posizionamento della piastra di rinforzo. Nella foto in alto a sinistra si può notare il parafrangente e, nella sua parte interna, il locaro parasassi avvitato.

5. Lastratura

- In seguito alla saldatura, e alla sua smerigliatura, la dimensione dei fori è stata poi ripristinata tramite trapano in base alle dimensioni delle viti (si è adottata una punta di diametro 8 mm, vedere *Figura 5.11.*).



Figura 5.11. A partire da sinistra: piastra di rinforzo che si intravede dai fori della scocca, saldatura della cricca (nell'ovale rosso) e della piastra di rinforzo (nei cerchi gialli, i fori sono già definiti con punta da trapano), riparazione portata a termine e verifica serraggio viti e bulloni.

- Tutti i fori nella gola della guarnizione del vano motore (*Figura 5.12.*) sono stati ripristinati perché presentavano cricche nelle loro vicinanze, ma non gravi come quella appena mostrata. In generale, questi fori permettevano l'ancoraggio delle cerniere di apertura del cofano e/o il collegamento rigido tra scocca e telaio: erano quindi tutti soggetti a forti sollecitazioni.



Figura 5.12. Altri due fori sulla parte sinistra del profilo vano motore che hanno ricevuto saldatura e attendono di ricevere foratura tramite trapano (punta con diametro 8 mm): quello a sinistra è stato già smerigliato, quello a destra non ancora.

- Alla fine, la piastra di rinforzo è stata ripiegata tramite palanchino e martello lungo il bordo e deformata per eliminare le sporgenze e i profili taglienti nella parte interna del parafango e il locaro parasassi è stato riavvitato.
- Ci si è accorti che frontalmente la scocca non era simmetrica tra lato destro e lato sinistro e che il parafango destro risultava in una posizione più inarcata e sopraelevata. Per risolvere questo problema è stata incisa e tagliata la lamiera in alluminio tramite smerigliatrice lungo il bordo superiore della gola della guarnizione del vano motore (*Figura 5.13.*).



Figura 5.13. Nell'ovale rosso, taglio effettuato lungo il profilo del vano motore per procedere alla deformazione plastica del parafango anteriore destro (si intravede l'estremità del palanchino che tiene in posizione la lamiera).

- La zona che risultava sopraelevata è stata deformata plasticamente con martello, tassello in lega metallica e palanchino (che è servito a tenere ferma la lamiera nella posizione desiderata) fino ad ottenere lo stesso profilo del parafango sinistro. Si sono in seguito limate le sporgenze create durante il taglio per preparare la zona per la saldatura (*Figura 5.14.*).



Figura 5.14. Evidenziato in rosso, profilo dopo saldatura e smerigliatura. In primo piano la vecchia guarnizione del vano motore. Sopra le impugnature di martello e palanchino.

5. Lastratura

Si limita la trattazione approfondita e dettagliata inerente alle riparazioni e ai rinforzi relativi alle cricche a questo esempio, in quanto in esso si sono riscontrate le caratteristiche più significative di questa tipologia di operazioni.

5.2. Riparazione dei danni dovuti all'ossidazione

Dopo l'analisi di un esempio di danno relativo alla nucleazione e alla propagazione di una cricca, si passa ora a trattare tutti quei danni che hanno come causa comune l'ossidazione delle lamiere in lega d'alluminio che andavano a costituire la scocca e il rivestimento delle parti mobili della *Cisitalia*. Questa tipologia di danni si manifestava sottoforma di un assottigliamento significativo delle lamiere che era in grado anche di provocare fessurazioni più o meno estese dalle forme più svariate, tanto da far perdere in parte o totalmente proprietà strutturali alla lega d'alluminio degradata. La maggior parte di questi danni è stata riscontrata in zone in cui la lamiera assumeva particolari piegature e forme, come nel caso dei profili dei vani delle parti mobili, i bordi perimetrali degli sportelli e dei cofani e gli archi passaruota dei parafranghi, ovvero zone in cui la lega d'alluminio della scocca era ripiegata attorno all'acciaio delle strutture portanti. Non sono, invece, stati riscontrati problemi di corrosione in quelle zone prive di bordi e caratterizzate da un'ampia planarità, come ad esempio i pannelli costituenti le fiancate della scocca o le zone centrali dei cofani e degli sportelli. Tramite la presentazione di un paio di esempi significativi, si descrivono più nel dettaglio le tecniche e i passaggi che hanno contraddistinto questa tipologia di riparazioni. Si inizia dal risanamento della zona inferiore del passaruota del parafrango posteriore destro (nella *Figura 5.15* si presentano in successione le operazioni svolte). Si riportano i principali passaggi:



Figura 5.15. Riparazione del danno dovuto a corrosione perforante della lega d'alluminio sulla zona inferiore del passaruota del parafrango posteriore destro.

- Una volta individuato il problema, grazie al fatto che in quella zona la vernice risultava essere sopraelevata rispetto all'area circostante a causa di una superficie non uniforme, data dalla formazione dell'ossido, le operazioni sono iniziate con la pulitura tramite smerigliatrice.
- Pulito e reso ben visibile il danno, si è notato che la struttura dei passaruota è costituita da lega d'alluminio ripiegata attorno a un'anima portante in acciaio (tale struttura è ben visibile nella *Figura 5.16*, che ritrae il passaruota del parafango anteriore sinistro). In particolare, in prossimità della zona da saldare, è presente anche il perno in acciaio di ancoraggio dei coperchi copriruota posteriori.



Figura 5.16. Passaruota del parafango anteriore sinistro: notare l'anima in acciaio a sezione circolare e l'alluminio ripiegato su di essa, che risulta corrosivo (anche questo particolare è stato ripristinato tramite saldatura *MIG*). La zona nera in figura (cerchiata in rosso) è sempre l'alluminio della scocca rivestito in materiale *antirombo* che va a costituire una parte del locaro parasassi.

5. Lastratura

- Prese le misure, si è passati al taglio di un pezzo nuovo di lamiera, lo si è smerigliato per eliminare lo strato protettivo derivante dall'anodizzazione ed è stato posto dietro la zona corrosa.
- Tramite saldatura *MIG* è stato possibile inglobare completamente nella scocca la piastra appositamente modellata. Infine, si è proceduto con la smerigliatura per ottenere delle superfici esterne uniformi.

Si passa ora a descrivere un secondo esempio attraverso i passaggi che hanno interessato la ricostruzione del bordo perimetrale del cofano posteriore. Come si può osservare dalla rilevante quantità di ossido presente in *Figura 5.17.*, questo cofano è stato uno dei componenti più soggetti a ricostruzione a causa dei danni prodotti dalla corrosione, non solo per ripristinare i bordi di lega d'alluminio ripiegata, ma anche per quanto riguarda la saldatura di alcuni fori presenti sul telaio portante tramite saldatura *MAG* per acciaio.



Figura 5.17. Polvere di ossido d'alluminio (allumina) che si è presentata durante la pulitura del profilo perimetrale del cofano posteriore.

Più nello specifico, si analizza l'operazione che ha interessato l'angolo in alto a destra del profilo perimetrale del cofano posteriore. Come si può vedere dalla *Figura 5.18.*, l'alluminio si è assottigliato a causa dell'ossidazione a tal punto da separarsi completamente in due lembi in prossimità della piegatura attorno al telaio con sezione a *omega più piattabanda* (che andava a formare la struttura portante in acciaio del cofano). Anche qui è stato nuovamente necessario asportare tramite taglio mirato la zona degradata dalla corrosione e fabbricare dei componenti nuovi in base alle misure della superficie da sostituire (*Figura 5.19.*) per poter ricomporre tramite saldatura *MIG* la forma del bordo *cianfrinato* (*Figura 5.20.*).



Figura 5.18. Profilo perimetrale del cofano posteriore fortemente degradato dalla corrosione dell'alluminio.



Figura 5.19. Tagli e modellazione tramite smerigliatrice di due componenti nuovi da saldare lungo il bordo del cofano posteriore.



Figura 5.20. Fissaggio dei pezzi da saldare tramite pinze.

5.3. Ipotesi sulle cause dell'ossidazione dell'alluminio

Di particolare interesse è risultato il fatto che la lega d'alluminio in questione era così tanto ossidata e corrosa. Infatti, dalla teoria, è noto che le leghe di alluminio fanno parte di quella categoria di materiali metallici soggetti al fenomeno di *passivazione*, ovvero quel fenomeno contraddistinto dalla formazione di uno strato molto sottile di ossido sulla superficie della lega d'interesse che permette di avere un'ottima resistenza alla corrosione anche per quei metalli

che rientrano nella tipologia di elementi caratterizzati da un potenziale standard basso (più comunemente detti “*metalli non nobili*”) [9].

Tra questi elementi ricade proprio l'alluminio, che reagisce con l'ossigeno formando il suo ossido corrispondente, ovvero l'allumina (Al_2O_3). Essa, come la maggior parte degli ossidi dei materiali metallici passivabili, è caratterizzata in particolar modo da [9]:

- Buona aderenza al reticolo cristallino del metallo sottostante;
- Punto di fusione elevato;
- Bassa tensione di vapore;
- Coefficiente di dilatazione termica simile a quello del materiale metallico base;
- Elevata plasticità a caldo;
- Elevata tenacità;
- Bassa conduttività elettrica;
- Alta impermeabilità all'ossigeno e ad altri ioni.

Considerando solo queste informazioni teoriche, risulta difficile la comprensione dei meccanismi di corrosione che sono stati riscontrati sulla *Cisitalia 202 SMM*. Bisogna quindi iniziare a formulare delle ipotesi sul contesto in cui l'automobile (e più nello specifico la scocca) si sia venuta a trovare:

- Come prima ipotesi si potrebbe considerare il fatto che in passato l'autovettura si sia trovata in ambienti caratterizzati dalla presenza elevata di sostanza in grado di sviluppare un'elevata capacità di solubilizzazione nei confronti dell'allumina, andando così a dissolvere la sua pellicola protettiva. Ad esempio, gli ioni Cl^- (maggiormente presenti in prossimità del mare) sono in grado di depassivare le leghe d'alluminio [9]. Da ricerche storiografiche è emerso che l'automobile ha partecipato a diverse competizioni e si può ipotizzare che in passato avvenissero su percorsi sterrati, che potevano presentare un ambiente ostile sotto questo punto di vista (infatti, i parafranghi sono stati alcuni dei componenti maggiormente degradati dalla corrosione).
- Un'altra ipotesi può essere formulata sotto un punto di vista elettrochimico, considerando il fatto che la lega d'alluminio, secondo l'ordine dei potenziali normali di ossido – riduzione, è un elemento meno nobile rispetto al ferro [9]. Ciò significa che se alluminio e ferro si trovassero in una condizione tale per cui si venisse a formare una coppia galvanica, di conseguenza si verrebbe a manifestarsi una differenza di potenziale in grado di avviare il

5. Lastratura

processo d'ossidazione dell'alluminio (e di riduzione del ferro) ^[9]. A confermare questa ipotesi viene incontro proprio la tecnica costruttiva della *Cisitalia*: ovvero la giunzione della scocca in lega d'alluminio al telaio in acciaio al cromo – molibdeno tramite serraggio con viti e bulloni e soprattutto tramite *cianfrinatura*. Infatti, le zone maggiormente corrose sono risultate i bordi d'alluminio ripiegati attorno alle parti portanti d'acciaio. Inoltre, la formazione di una pila galvanica è facilitata dalla presenza di un elettrolita, che si potrebbe sostanzialmente ottenere tramite ristagni d'acqua, come ad esempio nelle zone in cui vengono posizionate delle guarnizioni ^[9]. Infatti, uno dei componenti altamente degradato dall'ossidazione è risultato il cofano posteriore, lungo i bordi perimetrali, cioè dove nella sua configurazione chiusa era a stretto contatto con la guarnizione del profilo del vano baule (oltre a presentare sempre la solita *cianfrinatura* sul telaio in acciaio).

- Un'altra ipotesi sulle cause della corrosione si può connettere alla tecnica di piegatura dei bordi e dei profili delle lamiere in lega d'alluminio lungo le strutture portanti del telaio. Infatti, una delle cause potrebbe risiedere nel fatto che queste deformazioni plastiche sono state effettuate presumibilmente tramite battitura manuale e ciò potrebbe aver comportato l'assottigliamento locale della lamiera in lega d'alluminio (fenomeno che può trovare un suo analogo nell'*assottigliamento per imbutitura*) e l'asportazione, totale o parziale, dello strato passivante a causa degli urti da percussione o la formazione di micro-cricche andando così a deteriorare lo strato di ossido protettivo ^[9]. Tale assottigliamento avrebbe provocato una minor presenza di lega nelle zone di interesse e potrebbe così aver facilitato la manifestazione in minor tempo della corrosione distruttiva e perforante rispetto ad altre zone più spesse della scocca che non avevano subito questa tipologia di lavorazione. Le leghe d'alluminio tendono a produrre in maniera spontanea l'allumina, ma essa ha bisogno di un lungo periodo per la sua formazione spontanea e, in ogni caso, il suo strato tende a deteriorarsi con il passare del tempo ^[10]. Inoltre, le deformazioni plastiche sopracitate potrebbero condurre anche al fenomeno della tensocorrosione (*stress corrosion*), in quanto l'accumulo di tensioni interne favorisce il comportamento da anodo ^[9].
- Tramite le ricerche storiografiche non è stato possibile comprendere che tipologie di trattamenti anticorrosivi sono state impiegate sulla scocca. Indubbiamente le lamiere utilizzate dovevano presentare alta deformabilità per portare a termine la modellazione e facile saldabilità per effettuare l'assemblaggio. Oggigiorno, quindi, le leghe d'alluminio subiscono, generalmente, in fase di fabbricazione processi di *passivazione accelerata* per mantenere una protezione sul lungo periodo, come nel caso dell'*anodizzazione* (con vari pre-trattamenti e post-trattamenti) ^{[10] [11] [12]}. Si può ipotizzare che queste tipologie di

processi, che richiedono comunque dei costi e degli impianti industriali attrezzati, non siano state impiegate nel 1947, nell'anno in cui è stata assemblata la *Cisitalia*, coincidente con il periodo storico difficile subito a valle della *Seconda Guerra Mondiale*.

6. ANALISI DIAGNOSTICHE RELATIVE AI RIVESTIMENTI DELLE LAMIERE

Le analisi relative agli strati di prodotti rinvenuti sull'alluminio della scocca sono risultate intrigate, stratificate e complesse, ed affondano le radici nella storia dell'autovettura in questione. Purtroppo, la ricostruzione storica a disposizione non si poteva ritenere al 100% esatta. L'intento principale non era tanto quello di capire l'esatta composizione chimica di tutti gli strati, ma quello di riconoscere le tinte e le vernici utilizzate, distinguerle da altri prodotti differenti come primer, fondi o stucchi e cercare di confermare le informazioni storiche reperite ed eventualmente scoprire informazioni ancora mancanti.

Le analisi hanno coinvolto diversi professionisti, tra cui:

- Mauro Mazzola, *Area Sales manager & Project leader car restoration* presso *Lechler S.p.a.*
- La Dottoressa Chiara Armigliato, restauratrice presso il *Museo Nazionale dell'Automobile*.
- Verniciatori e restauratori altamente qualificati, che in passato hanno collaborato con più i grandi centri stile dell'automotive (ad esempio *Italdesign Giugiaro, Bertone, Zagato*, ecc.).



Figura 6.1. Sulla sinistra, lo strumento color bianco è il misuratore di colore; in mano vi è lo spessimetro, in alto a destra si può osservare il microscopio digitale (collegato tramite *USB* a un computer per visualizzare l'immagine).

All'inizio del processo di analisi è stato preso in esame il cofano posteriore del baule della *Cisitalia 202 SMM*. Tra gli strumenti utilizzati (*Figura 6.1.*), si possono elencare: un

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

microscopio digitale portatile (con un ingrandimento massimo di 150x, con visione dell'immagine tramite computer), un *Color Reader* (ovvero un lettore/misuratore del colore delle superfici), la mazzetta dei colori originali della *Cisitalia* in possesso alla *Lechler* e uno spessimetro portatile.

Sullo spessimetro, largamente usato nel campo dei restauri delle vetture d'epoca (soprattutto per svolgere perizie all'inizio e alla fine dei lavori), è possibile fare qualche accenno alle sue caratteristiche e al suo funzionamento, facendo riferimento al *manuale di istruzioni dello spessimetro in questione* ^[13]. Il modello del misuratore di rivestimento utilizzato è stato un **byko-test 4500** (*Figura 6.2.*). Questo spessimetro è in grado di misurare tutti i rivestimenti isolanti (come vernice, plastica, smalto, ecc.) su acciaio e anche su substrati metallici non magnetici, come ad esempio l'alluminio (nel caso in questione), il rame o l'ottone, in quanto è dotato di due modalità di misurazione: *Fe* per substrati ferromagnetici e *NFe* per materiali non magnetici. Per effettuare al meglio le misurazioni è suggerita la regolazione dello zero, in modo anche da adeguare lo strumento alle condizioni ambientali (in particolar modo alla temperatura e all'umidità) presenti nel momento dell'analisi. Per effettuare il controllo di riferimento sono presenti nella custodia delle apposite piastre di riferimento zero in acciaio e in lega di alluminio non rivestite. In questa fase bisogna assicurarsi che la punta della sonda sia ben pulita e sia posizionata perpendicolarmente e uniformemente sulla superficie. La pulizia della sonda e delle superfici e il buon posizionamento del misuratore sul componente sotto esame sono sempre fondamentali.



Figura 6.2. Regolazione dello zero del *byko-test 4500*. Notare che si è nella modalità di misura *NFe*, necessaria per condurre analisi su substrati in alluminio. I valori rilevati vengono espressi in *micrometri* o automaticamente in *millimetri* in base allo spessore del rivestimento rilevato.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Riguardo al cofano posteriore del baule della *Cisitalia*, è stato necessario svolgere un'operazione preventiva per portare alla luce tutte le stratificazioni dei vari prodotti protettivi della lamiera in alluminio. Carteggiando con carte incisive e abrasive in modo progressivo (partendo da un punto centrale con grana grossa e poi usando grana sempre più fine andando verso l'esterno) e concentricamente, allargando man mano l'area di azione e diminuendo la profondità di carteggiatura (usando meno forza normale alla superficie) all'aumentare del diametro, si è ottenuto un effetto a “tronco d'albero” (Figura 6.3.), portando alla luce tutti gli strati e riconoscendo l'ordine cronologico di aggiunta dei materiali.

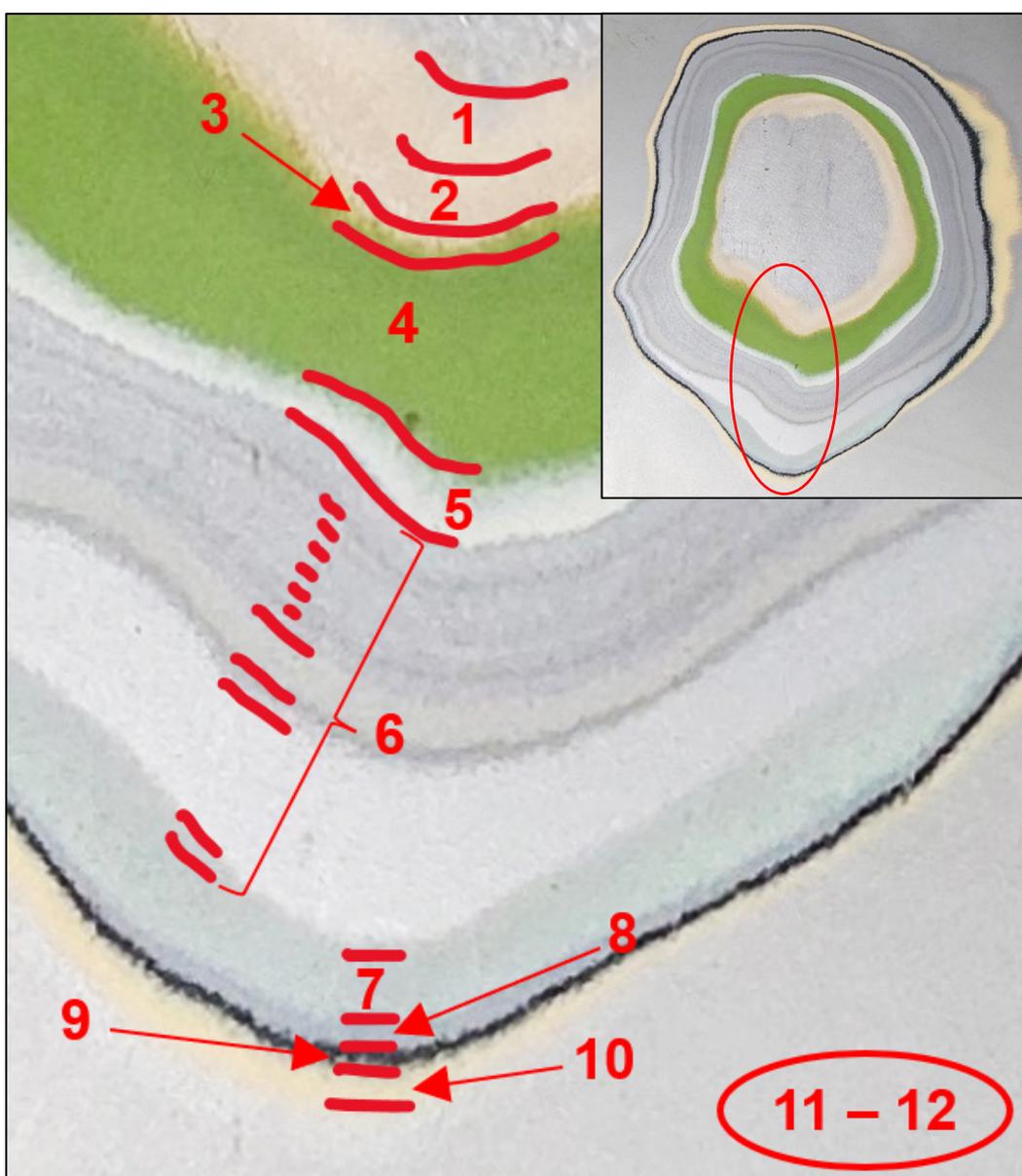


Figura 6.3. Stratificazioni (numerate in base all'elenco puntato del testo) dei vari prodotti protettivi della lamiera in alluminio del cofano posteriore della *Cisitalia 202 SMM*.

In questa fase l'utilizzo del misuratore di rivestimento è stato essenziale per comprendere se effettivamente sono stati riportati alla luce strati progressivamente sempre più spessi e quindi aggiunti in ordine cronologico, partendo dal substrato d'alluminio fino ad arrivare all'ultima pellicola di prodotto visibile. Grazie alle misure ottenute dallo spessimetro si è quindi potuto verificare che tutti gli strati visibili dopo la carteggiatura avessero spessori via via crescenti, partendo dall'alluminio a un livello zero fino all'ultimo strato caratterizzato da spessori che oscillavano tra circa $900\ \mu\text{m}$ e $1\ \text{mm}$. Dopo la formulazione di diverse ipotesi e in seguito al confronto delle opinioni degli esperti, basate anche sul risultato dei test, è stato possibile giungere alle seguenti conclusioni inerenti agli strati presenti sul cofano posteriore (seguendo la numerazione in *Figura 6.3.*):

1. Il primo strato consisteva in un prodotto con la funzione di aggrappante per alluminio. Poteva essere un primer a base di resine epossidiche oppure di stucco.
2. Successivamente, vi era un altro strato di materiale simile al precedente, che alla vista appariva leggermente più scuro.
3. Al di sotto dello strato di colore verde si è notato al microscopio digitale con ingrandimento $150x$ uno strato color giallo (*Figura 6.4.*). Verosimilmente, poteva trattarsi di un fondo. Solitamente, in ambito della carrozzeria, vengono stesi diversi strati di fondo e stucco durante le operazioni di *seppiatura* e modellazione della scocca. Con più strati di fondo e di primer non si corre il rischio di lasciare la scocca scoperta se si carteggia troppo lo strato protettivo, perché sotto vi è ancora il primer e non direttamente la lamiera.

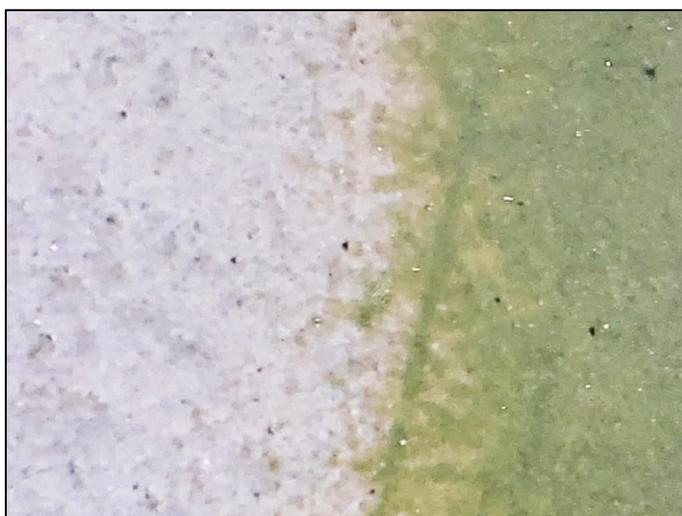


Figura 6.4. Fondo color giallo, sotto lo strato verde, appena visibile al microscopio digitale con ingrandimento $150x$.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

- Un dubbio ha interessato lo strato di colore verde: poteva trattarsi del *Verde Bottiglia Cisitalia* (codice *Lechler HD 783*) suggerito dalla mazzetta dei campioni di colore (*Figura 6.5.*), oppure di un altro fondo. Per determinare la natura del prodotto verde, sono stati prelevati dei campioni per svolgere delle analisi nei laboratori *Lechler*; la presenza elevata di pigmento colorato avrebbe potuto indicare il fatto che si trattasse di vernice, presumibilmente acrilica termoplastica. Poteva così risultare la presenza di una tinta non registrata nella storia conosciuta dell'automobile. Ma, dopo le *analisi mediante spettrofotometria IR*, è stato possibile giungere alla conclusione che si era in presenza di un primer anticorrosivo a base epossidica. La diversa colorazione rispetto agli strati di fondi/primer precedenti potrebbe semplicemente essere attribuita a marche diverse dei prodotti utilizzati. È quindi escluso che nella sua cronologia cromatica l'auto abbia circolato con il colore verde.



Figura 6.5. Il *Verde Bottiglia Cisitalia HD 783* presente nella mazzetta dei colori *Lechler* che ha fatto sorgere i dubbi.

- Dopo il verde era presente un prodotto di colore chiaro, tendente al bianco. Poteva trattarsi di un fondo in poliestere. Si è usato un prodotto di colore molto chiaro per preparare le superfici a ricevere i successivi strati di vernice color argento e ottenere così le giuste tonalità desiderate. Lo strato in questione aveva quindi anche la funzione di sottosmalto.

6. Sono state rinvenute, a questo punto, una serie di diverse tonalità color argento. Sono state contate prima circa sette strati di vernice; poi vi erano due strati di altro materiale: il primo grigio chiaro e il secondo grigio scuro, forse fondi e/o stucchi. Si è ripresentata poi nuovamente la vernice argento, riconoscibile anche dalla presenza di scaglie metallizzate. L'autovettura è stata riverniciata più volte in tempi diversi: lo si è potuto stabilire a causa delle nette transizioni (*effetto tronco d'albero*) che si sono ottenute quando ogni strato di vernice si è asciugata completamente.
7. Nella zona centrale del cofano posteriore si è riconosciuta una fascia di un color grigio abbastanza diverso dagli altri (quasi tendente a un celeste). Si è ipotizzato che si trattasse di un altro tipo di stucco, diverso dai precedenti.
8. Prima del nero, un'altra mano di stucco di lieve spessore.
9. Lo strato nero risultava estremamente sottile, infatti, in fase di carteggiatura, erano sufficienti pochi movimenti con la carta abrasiva per eliminarlo del tutto. Per questo motivo si è potuto ipotizzare che si trattasse di un leggero fondo isolante con la funzione di sottosmalto. Probabilmente, il nero serviva per risolvere i problemi di incompatibilità tra le vecchie vernici e quelle adottate successivamente (cioè ha isolato le precedenti vernici, forse acriliche termoplastiche, dalle successive vernici bicomponenti). Non è da escludersi neanche l'ipotesi che il nero, qui presente sotto forma di uno strato estremamente sottile, avesse avuto il compito di "*nero spia*", ovvero il compito di far risaltare le imperfezioni della scocca prima della verniciatura finale per andare a rimediare ai difetti con un'ulteriore stuccatura e carteggiatura.
10. Dopo lo strato nero vi era di nuovo un fondo catalizzato e/o dello stucco, di colore giallastro.
11. Infine, c'era il colore attuale, consistente nell'*Argento Metallizzato Cisitalia* (codice *Lechler 623*). Per capire quale fosse l'argento presente sullo strato esterno della macchina, sono state fatte due prove dalla *Lechler* su due provini opportunamente sagomanti (*Figura 6.6.*) per avere un miglior riscontro visivo. Sono state testate due tinte, una più scura (la *614*) e una più chiara (la *623*). Alla fine, si è giunti alla conclusione che la tinta presente era codificata dal numero *623*. L'effetto metallizzato era caratterizzato da una grana troppo grossa e non ricordava affatto le tinte metallizzate dell'epoca in cui è nata l'autovettura, contraddistinte da una grana molto fine. La grana metallizzata si otteneva in passato con minuscole scaglie di materiale metallico (alluminio, ad esempio): variando la loro dimensione si possono ottenere effetti visivi differenti.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

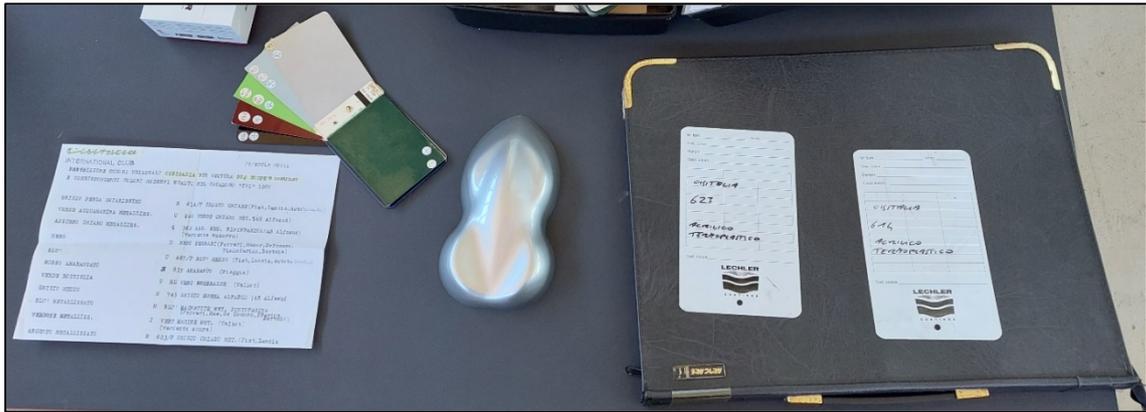


Figura 6.6. Campionario *Lechler*. A partire da sinistra si può osservare la lista completa dei colori adottati in passato dalla *Cisitalia*, colori che negli anni successivi sono stati utilizzati da altri costruttori (come ad esempio *Alfa Romeo*, *Piaggio*, *Talbot*, ecc.) cambiando il nome delle tinte, che sono sempre state identificate dallo stesso codice. Inoltre, è presente la mazzetta con tutti i campioni dei colori *Cisitalia*, il provino sagomato verniciato in acrilico termoplastico (tipo di vernice originale dell'epoca) color *Argento Metallizzato Cisitalia 623*. Infine, ci sono 2 etichette che identificano le prove di verniciatura effettuate per riconoscere il colore presente sulla *Cisitalia 202 SMM*.

- 12.** Sopra la tinta più esterna era presente uno strato di lucido trasparente: dalle analisi con *spettrofotometria IR*, si è scoperto che si trattava di una finitura caratterizzata dal gruppo poliuretano tipico dei trasparenti bicomponenti: un prodotto recente, non coerente con la verniciatura originale dell'auto. Anche la vernice color argento sotto il trasparente, per questioni di compatibilità, doveva essere bicomponente. A causa di una sfumatura di questa vernice sottostante non effettuata a dovere, lo strato di lucido, nella fase di carteggiatura, si era distaccato assumendo delle forme a scaglia (*Figura 6.7.*): ciò ha dimostrato che il lucido non si era aggrappato correttamente.

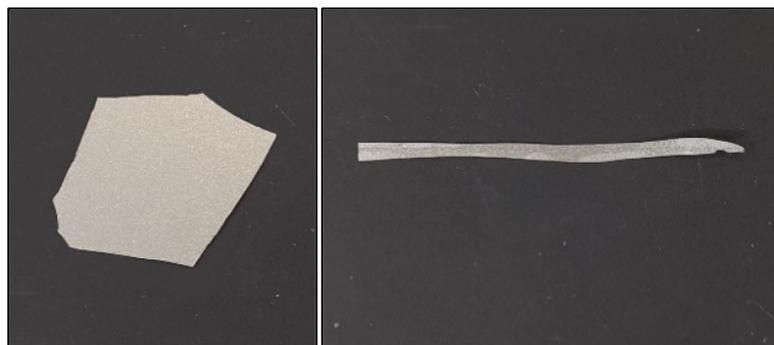


Figura 6.7. Scaglie di vernice: da un lato c'è uno strato di lucido trasparente, dietro vi è la sfumatura della tinta color argento, che al tatto risultava molto rugosa. Ciò significa che il trasparente non ha avuto una superficie liscia e omogenea sulla quale aggrapparsi, perché l'ultimo strato di colore non era stato applicato nel modo corretto, presumibilmente senza ricevere un'adeguata carteggiatura.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Successivamente, sono state analizzate altre parti dell'autovettura in cerca di tinte e informazioni relativi alla vita passata. In particolare, si tiene presente che il primo colore dell'autovettura (come il primo proprietario) sono tuttora storicamente sconosciuti. Intorno al 1986 l'autovettura è stata riverniciata di color *Rosso Corsa Italia*. Durante diverse ore di analisi sulla carrozzeria della 202 SMM non si è trovata traccia di questo rosso, anche se fotografie storiche a colori testimoniano la sua presenza. Si è ipotizzato quindi che l'auto sia stata completamente sverniciata e che tutti gli strati precedentemente analizzati appartengano a un periodo storico successivo al 1986. Ma qualche dettaglio color *Rosso Corsa* è stato trovato sul profilo del vano porta sinistro (*Figura 6.8.*), nella parte posteriore dei rivestimenti in alluminio degli sportelli e da qualche altra parte angusta per essere sverniciata completamente. Lì dove sono state rinvenute tracce del *Rosso Corsa* si è fatto uso del microscopio digitale per approfondire l'analisi e si è scoperta anche la presenza di un precedente fondo color giallo, forse di natura epossidica.

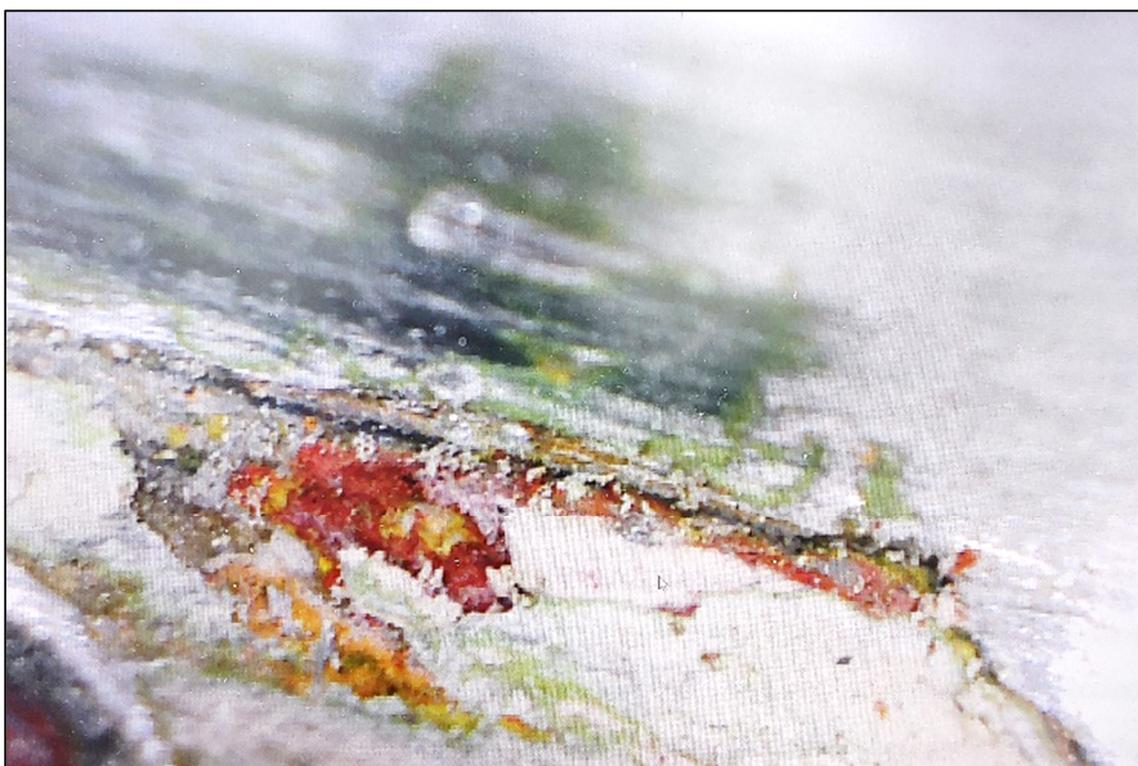


Figura 6.8. Tracce del *Rosso Corsa Italia* sul profilo del vano porta sinistro rinvenute con l'ausilio di un microscopio digitale con ingrandimento 150x. Si intravedono anche tracce di un fondo giallo (presumibilmente epossidico), oltre al fondo verde e a quello nero già analizzati in precedenza.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Il telaio tubolare della *Cisitalia* (in acciaio al cromo – molibdeno ^[7]) presenta alcuni tralicci, abbastanza ingombranti, proprio in prossimità dei vani porta della scocca in alluminio. Queste parti del telaio sono rivestite da lamiera in alluminio avvitate lungo il profilo dei fani porta della scocca. Se si asportano queste lamiere, i tubi del telaio sono ben visibili. Così facendo, si sono notati due prodotti che rivestivano i tubi (*Figura 6.9.*): il più superficiale era vernice nera, sotto di essa vi erano poi tracce di color amaranto, che poteva essere molto verosimilmente un prodotto antiruggine.



Figura 6.9. A destra, tracce del prodotto color amaranto sotto la vernice nera (cerchiate in rosso). Entrambi rivestivano il telaio tubolare in acciaio al cromo – molibdeno (a sinistra raffigurato dopo la verniciatura). La lampada portatile arancione in figura è stata molto utile durante le analisi, perché dotata di calamita all'estremità: si sono riconosciute più velocemente le zone in acciaio rispetto a quelle in alluminio.

Anche sui rivestimenti in alluminio del telaio tubolare, in prossimità dei vani porta, sono state rinvenute tracce di un color amaranto: può risultare strano che un antiruggine di questo colore sia stato applicato lì dove l'antiruggine non è necessario, essendo componenti in alluminio. Si è notato che nella mazzetta dei colori *Lechler* era presente l'*amaranto Cisitalia* (codice 835, *Figura 6.10.*), altamente simile a quello rinvenuto: potrebbe indicare il colore della vernice originale dell'automobile all'uscita dagli stabilimenti.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

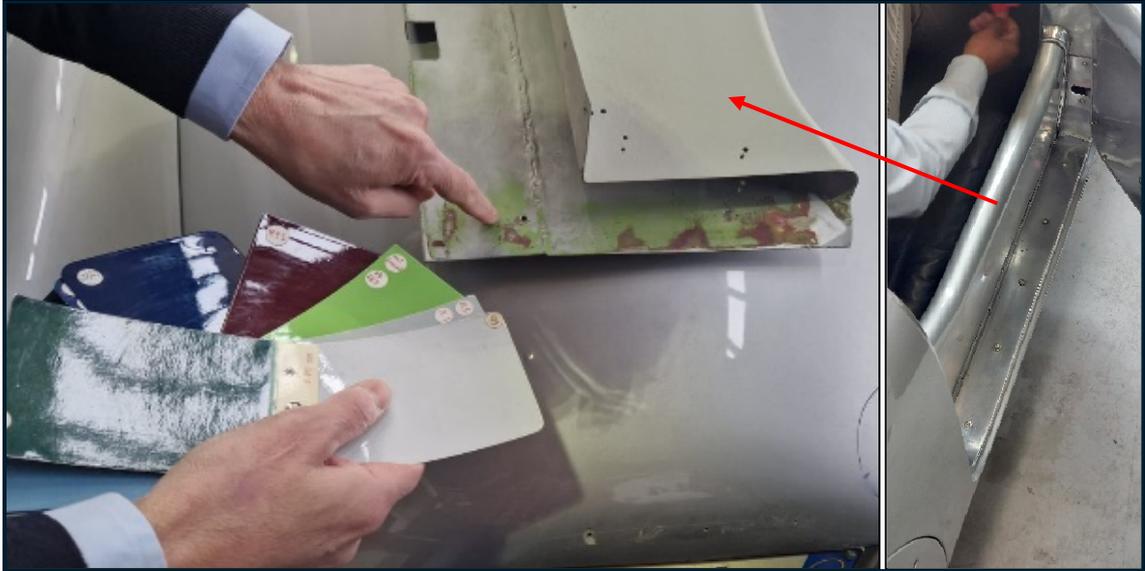


Figura 6.10. Tracce del color amaranto, che potrebbe coincidere con l'*Amaranto Cisitalia 835*, sulla superficie interna dei rivestimenti in alluminio del telaio tubolare in prossimità dei vani porta (visibili a destra montati al termine del restauro). Era sempre largamente presente il fondo color verde.

Tramite l'utilizzo dello spessimetro (*Figura 6.11.*), si è compreso che il color amaranto era sotto lo strato color verde, che indentificava sempre quel fondo già menzionato precedentemente (si era ipotizzato che questo fondo fosse appartenente a un arco temporale successivo al 1986).



Figura 6.11. Con lo spessimetro si è dimostrato che la tinta amaranto era antecedente al fondo verde, perché aveva uno spessore inferiore ($88 \mu\text{m}$ contro $106 \mu\text{m}$).

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

L'analisi si è spostata sugli sportelli laterali. Essi sono costituiti da un telaietto con sezione *omega* più *piattabanda* in acciaio e poi da alluminio *ripiegato/cianfrinato* sul telaietto (*Figura 6.12.*).



Figura 6.12. Sportello destro visto dall'interno dopo lo smontaggio del pannello - coperchio di rivestimento interno in alluminio.

Per ogni sportello sono presenti anche dei pannelli (o coperchi) di rivestimento interni in alluminio con tasche, che risultano avvitati sul telaietto (*Figura 6.13.*). In seguito allo smontaggio del pannello di rivestimento degli sportelli si sono fatte delle nuove scoperte. Si è analizzato prima lo sportello destro, poi quello sinistro.



Figura 6.13. Faccia posteriore del pannello interno dello sportello destro: si può notare la struttura della tasca.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Il colore *amaranto* era molto diffuso, soprattutto sulla faccia posteriore del pannello di rivestimento e nelle tasche. Era presente anche un altro verde, diverso da quello analizzato in precedenza (*Figura 6.14.* e *Figura 6.15.*).

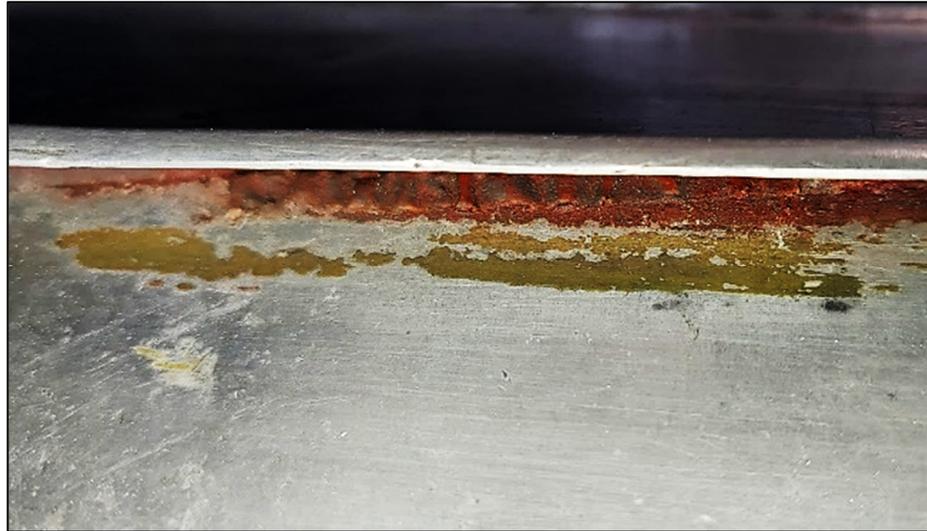


Figura 6.14. Tracce di amaranto e di un'altra tipologia di verde presente all'interno della tasca in alluminio del pannello di rivestimento che richiude la parte interna dello sportello destro.

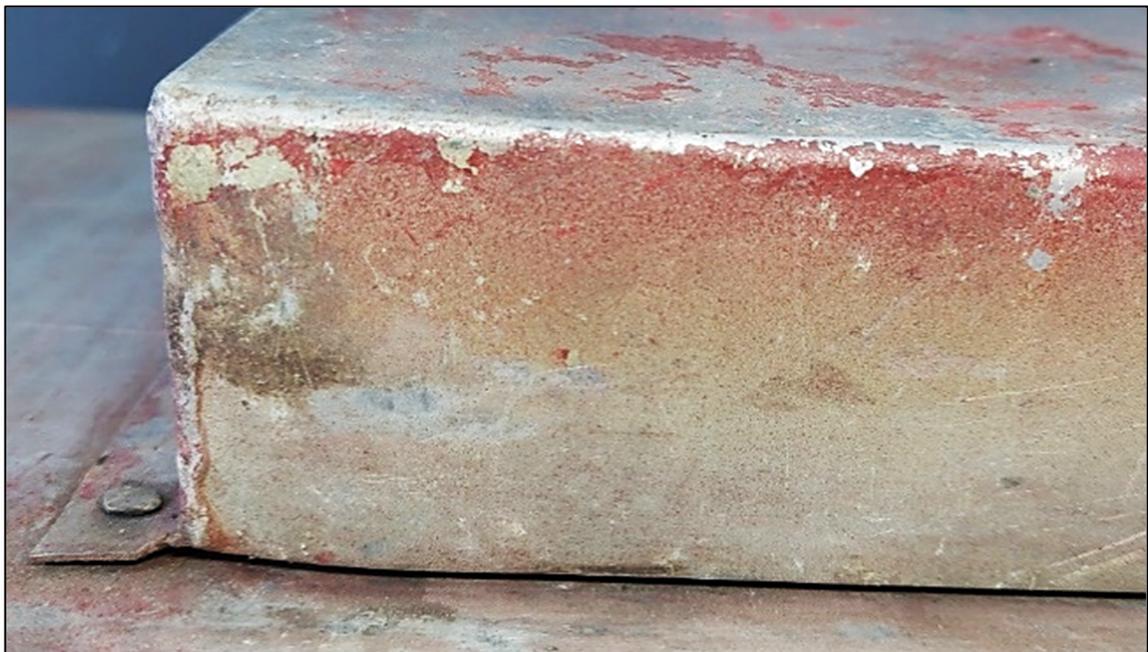


Figura 6.15. Tracce di amaranto e di un'altra tipologia di verde presente all'esterno della tasca del pannello dello sportello destro.

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Il prodotto di color verde scuro poteva essere un primer aggrappante per l'alluminio, perché difficilmente si staccava dalla superficie della lamiera. Si poteva notare la sua presenza all'interno delle tasche, su alcuni profili difficili da raggiungere (come il profilo perimetrale della lamiera di rivestimento interna della porta sinistra) e sulla faccia posteriore delle tasche. Svolgendo un'altra analisi con lo spessimetro si è misurato che questo nuovo verde (tendente a un verde oliva / verde militare) si trovava sotto lo strato di amaranto. Sulla parte esterna della tasca del rivestimento interno dello sportello destro lo strato verde aveva un ordine di grandezza nell'intorno dei $20\ \mu\text{m}$, mentre lo strato amaranto era caratterizzato da uno spessore nell'intorno dei $60\ \mu\text{m}$. Erano spessori molto sottili, dovuti a tracce di prodotti appena visibili, come mostrato in *Figura 6.15*. Si è potuto quindi ipotizzare che questo verde potesse essere il primer originale e l'amaranto il colore di fabbrica. Vi erano ancora tracce del *Rosso Corsa* risalente alla riverniciatura degli anni '80. In particolar modo, questo colore è stato individuato nella faccia posteriore del pannello di rivestimento in alluminio dello sportello sinistro, all'interno e dietro la tasca del pannello interno della porta destra e nelle parti interne delle feritoie del cofano anteriore (*Figura 6.16*. e *Figura 6.17*).



Figura 6.16. Tracce di *Rosso Corsa* dentro la tasca del pannello interno in alluminio dello sportello destro.



Figura 6.17. Tracce di Rosso Corsa all'interno delle feritoie del cofano anteriore.

Si è giunti a un punto in cui sono stati collezionati diversi indizi sul fatto che l'amaranto fosse il colore originale del 1947. Ma i dubbi sono ancora presenti, in quanto i componenti analizzati potrebbero essere stati sostituiti in passato. Il *Centro di Conservazione e Restauro del Museo Nazionale dell'Automobile*, nei confronti della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari*, ha deciso di far svolgere un intervento che conservi la storia del veicolo. Si è optato, quindi, di far riverniciare l'automobile con l'*Argento Metallizzato Cisitalia*, cioè la colorazione visibile prima del restauro, la stessa con cui l'autovettura è arrivata al Museo negli anni '90. Nel caso specifico della *Cisitalia*, non è stato possibile effettuare un restauro conservativo definito tale al 100%, in quanto è stato necessario effettuare alcuni interventi invasivi. È stata comunque presa la scelta di effettuare una verniciatura caratterizzata da materiali coevi con la fabbricazione del mezzo (nel *capitolo 8* si parlerà largamente della vernice acrilica termoplastica). Si è mantenuto, inoltre, il color argento appartenente ai colori originali adottati dalla *Cisitalia* sulle sue autovetture e non si è scelto di adottare la tinta amaranto, anche se presumibilmente potrebbe essere quella originale di fabbrica, perché non si posseggono prove sufficienti a favore di questa ipotesi.

6.1. Approfondimento: Analisi Mediante Spettrofotometria IR e Nozioni di Chimica Alla Base dei Composti Analizzati

Come accennato precedentemente, per comprendere la composizione chimica del primer verde e dello strato di trasparente finale, sono state condotte in laboratorio delle analisi mediante

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

spettrofotometria IR (Figura 6.18. e Figura 6.19.). In questo paragrafo di approfondimento, redatto con il supporto del Dottor Pietro Dramisino, *Laboratory Refinish & Yachting Manager* di *LECHLER S.p.A.*, si spiega, senza entrare nel dettaglio, in cosa consiste un'analisi mediante spettrofotometria a raggi infrarossi affrontando anche argomenti basilari riguardo alla chimica dei campioni presi in esame. Per lo svolgimento di queste analisi è stato necessario l'utilizzo del *PerkinElmer Spectrum One FT-IR*, che è uno spettrometro a infrarossi di alta qualità.

La *spettrofotometria IR* fonda il suo principio di funzionamento sul fatto che l'assorbimento di fotoni infrarossi da parte di certe molecole altera il loro stato vibrazionale ed esse passano da uno stato vibrazionale fondamentale ad uno stato vibrazionale eccitato^[14]. In altre parole, la tecnica della *spettrofotometria IR* sfrutta i seguenti fenomeni: le molecole chimiche, quando vengono irraggiate da *raggi IR*, iniziano a vibrare e ogni legame chimico ha una banda di assorbimento/trasmittanza specifica; quindi, quando le molecole che compongono il campione in analisi vengono irraggiate alle diverse lunghezze d'onda, esse assorbono o riflettono i raggi tracciando uno spettro tipico per ogni composto.

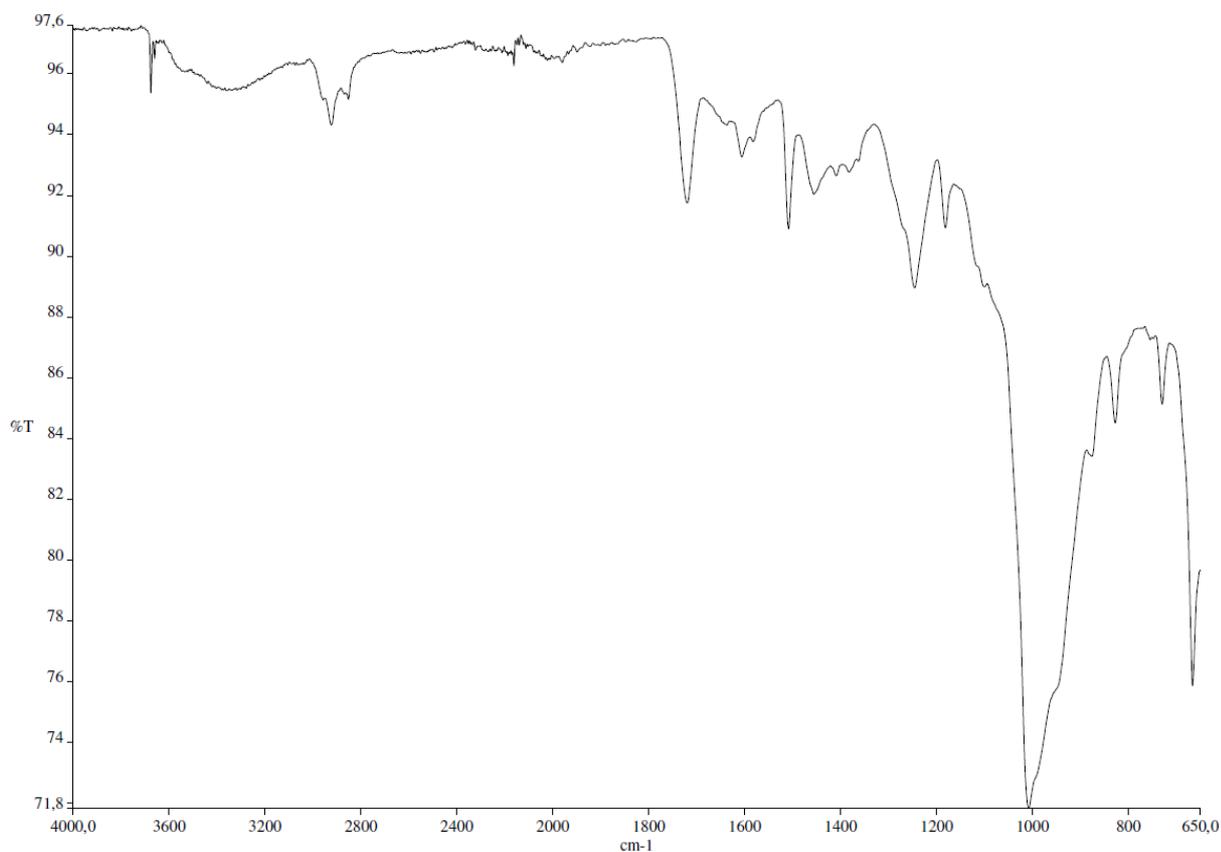


Figura 6.18. Spettro infrarosso del primer anticorrosivo a base di resina epossidica di colore verde.

Se osserviamo uno **spettro infrarosso** (*Figura 6.18.* e *Figura 6.19.*), **in ascissa** troviamo la scala delle **frequenze espressa in numero d'onda** (ovvero la quantità di onde per centimetro $\bar{\nu} = 1/\lambda$, dove λ è la **lunghezza d'onda espressa in centimetri**)^[15] e **in ordinata** è riportata la **percentuale di trasmittanza** (capacità di un materiale di lasciarsi attraversare da una parte della luce incidente, che si esprime come il rapporto tra l'intensità del flusso radiante trasmesso e l'intensità del flusso radiante incidente; quindi, la trasmittanza è adimensionale)^{[14][16]}.

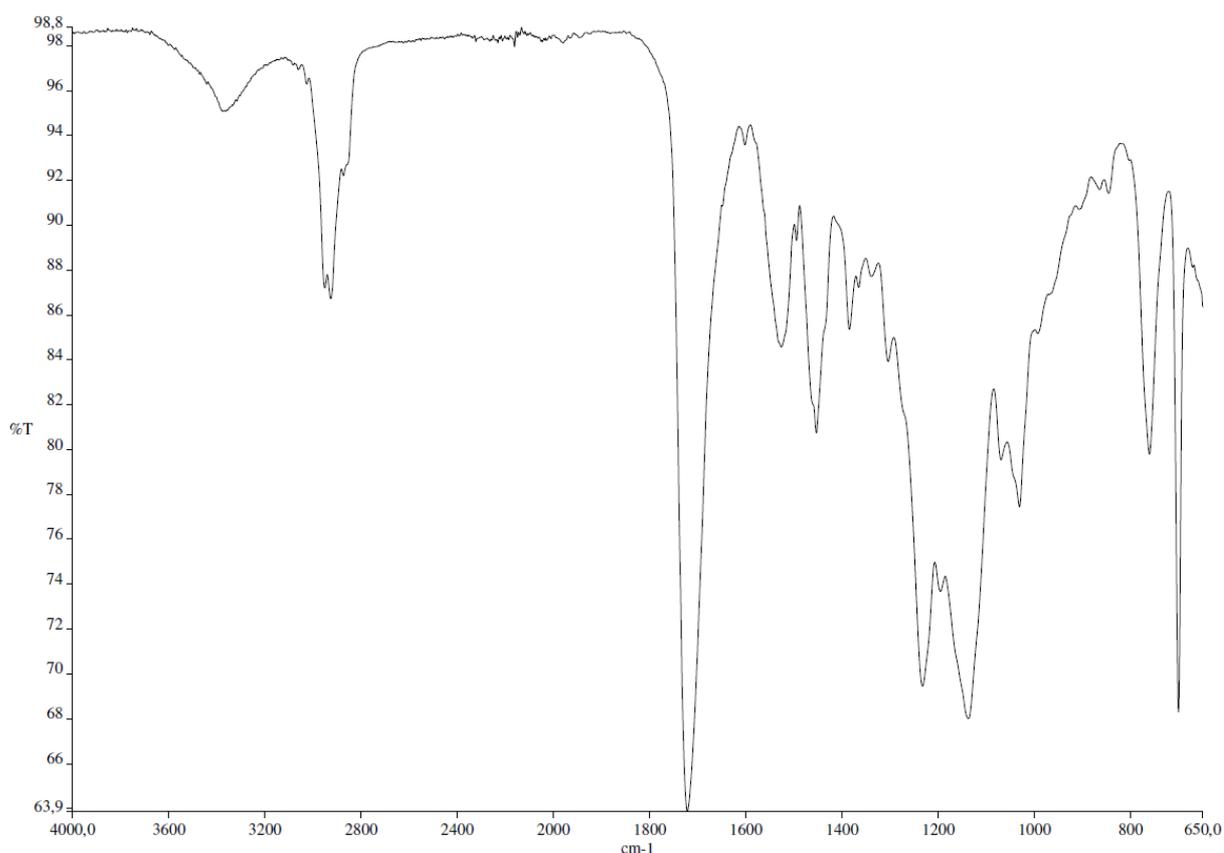


Figura 6.19. Spettro infrarosso dello strato di trasparente finale, consistente in un composto poliuretano.

Se un materiale è solo in parte trasparente alle radiazioni infrarosse si verificano degli assorbimenti (registrati sullo spettro)^[14].

Dallo spettro infrarosso è possibile trarre informazioni utili per il riconoscimento delle molecole incognite, associando i legami caratteristici di queste molecole a diversi numeri d'onda utilizzando apposite tavole o librerie elettroniche^[14].

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Quindi nei laboratori *Lechler* si sono confrontati gli spettri dei campioni in analisi con gli spettri tipici di un numero elevato di strati di coating disponibili nel database aziendale ed è stato possibile identificare alcuni elementi/legami tipici della struttura.

Nel caso specifico della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari*, nello strato verde è stato identificato il **gruppo epossidico** ^[17] CH_2OCH- che è in uso esclusivo negli strati di fondo; è noto che le sostanze epossidiche non resistono alla luce: con questo esito è stato possibile **escludere che l'auto abbia circolato di colore verde.**

Nello strato di finitura trasparente è stato individuato il **gruppo uretanico** tipico dei trasparenti bicomponenti moderni; le finiture dell'epoca dell'autovettura erano basate su sostanze acriliche monocomponenti: con questo esito è stato possibile **escludere che si trattasse di una finitura originale.**

Quindi, i trasparenti "moderni" in uso in carrozzeria sono prodotti bicomponenti:

- Il *componente A* contiene un poliolo acrilico, cioè un polimero di una resina acrilica, che ha dei gruppi ossidrilici $-OH$.
- Il *componente B* contiene un gruppo isocianico, cioè dei gruppi $-NCO$.

In fase di applicazione i due componenti vengono miscelati e polimerizzano formando il gruppo uretanico ^[18] $NH-(CO)-O-$, che è quello che è stato individuato nell'analisi effettuata (*Figura 6.20*). I prodotti coevi con la *Cisitalia*, essendo basati su resine acriliche termoplastiche, non sono sostanze poliuretaniche. Più in generale, con il termine "**poliuretano**" si indica una famiglia di polimeri in cui la catena polimerica è costituita da più legami uretanici ^[18] come quello appena visto.

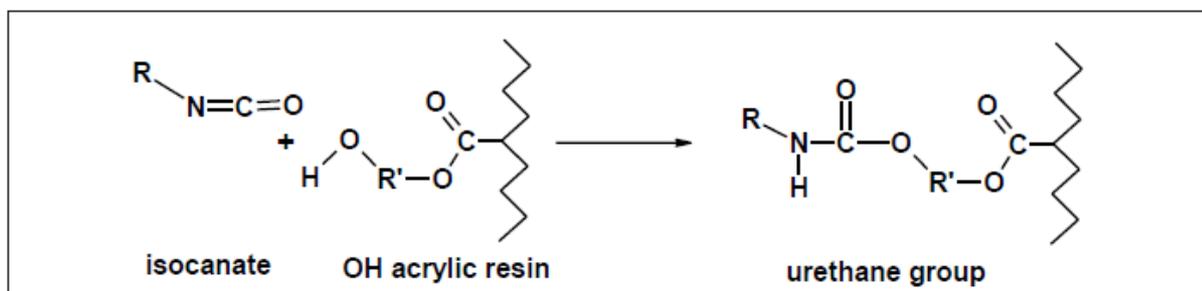


Figura 6.20. Reazione del gruppo isocianico con resine acriliche, contenenti gruppi ossidrilici. I prodotti di reazione sono caratterizzati dal gruppo uretanico ^[19].

6. Analisi Diagnostiche Relative ai Rivestimenti Protettivi delle Lamiere

Bisogna porre un po' di attenzione alla terminologia. Ci sono molte parole che vengono utilizzate impropriamente nel mondo delle vernici. Per essere corretti, il gruppo isocianico, che è nel *componente B*, dovrebbe essere propriamente definito ***Induritore***, purtroppo spesso viene **definito impropriamente catalizzatore**, e il rapporto tra i componenti viene definito, anche esso impropriamente, **rapporto di catalisi**.

7. PREDISPOSIZIONE DELLE SUPERFICI PER LA VERNICIATURA

Le analisi sugli strati di vernici, fondi e stucchi, hanno rappresentato una parentesi nei lavori di restauro che si colloca tra la fine della lastratura e l'inizio della carteggiatura, che precede la modellazione della carrozzeria nelle varie parti e la successiva applicazione del primer e dei fondi.

Prima di procedere con la carteggiatura dei componenti da riverniciare, al termine dei processi di lastratura si è resa necessaria la verifica finale degli accoppiamenti delle parti mobili, in modo tale da essere sicuri di non effettuare altri interventi di riquadratura dei profili tramite operazioni di battilamiera e/o saldatura. Dopo le opportune verifiche, sportelli e cofani non rimangono montati, ma vengono smontati di nuovo per procedere alle fasi successive.

Nella predisposizione delle superfici per la verniciatura, l'insieme complessivo di tutte le operazioni da svolgere è notevolmente rilevante e alla fine, in termini di tempistiche, la somma di questi processi potrà essere considerata pari ad almeno il 50% dell'intero progetto di restauro. La preparazione è articolata in più fasi, che verranno di seguito elencate e dettagliate.

In questa trattazione, sono annoverate le caratteristiche dei prodotti e degli strumenti adoperati in maniera generale, senza approfondire troppo i dettagli, sia perché questo non è lo scopo principale della tesi, sia perché la comprensione di alcune indicazioni tecniche richiede conoscenze che si possono acquisire solo in seguito alla frequenza di opportuni corsi di formazione specifici. Nel testo, comunque sono presenti i nomi commerciali dei prodotti e dell'attrezzatura, lì dove è stato possibile reperirli, in modo tale che per l'applicazione di essi si possa facilitare la ricerca e la consultazione delle schede tecniche fornite dalle case madri, contenenti informazioni approfondite utili agli operatori al fine di svolgere un buon lavoro.

7.1. Carteggiatura

Innanzitutto, si rende necessaria una prima fase di carteggiatura preliminare totale della scocca, sia per assottigliare l'elevato spessore degli strati precedenti, sia per uniformare la superficie e garantire una buona base su cui applicare i futuri primer e fondi. La carteggiatura può avvenire in vari modi, sia manualmente, sia con l'ausilio di appositi strumenti, in entrambi i casi si fa

largo uso di carte con alto potere abrasivo. Qui bisogna fare una distinzione tra carte incisive e carte abrasive. Globalmente, in ambito della carrozzeria, si possono utilizzare le grane che partono dalla *P80* in su. Le carte incisive sono caratterizzate da una grana più grossa e spaziano dalle *P80* alle *P280*. Le carte abrasive, invece, vanno dalla *P320* in su. In ogni caso, si parla più comunemente di carte abrasive in generale.

Il numero indica la finezza dell'abrasivo: più è alto, più la finitura sarà liscia. Le cifre riportate sulla carta corrispondono al numero di maglie che un setaccio, usato per separare la polvere abrasiva, ha per pollice quadrato ^[20]. La lettera *P*, invece, testimonia che il prodotto è stato classificato secondo la normativa della federazione europea dei produttori di abrasivi per le carte (*FEPA P*) ^[20] ed è simbolo di qualità. Ad esempio, in fase di carteggiatura sono state utilizzate maggiormente carte abrasive della marca *3M* riportanti tale codifica.

In fase di carteggiatura è bene adottare dei procedimenti caratterizzati dall'impiego di carte con un numero via via crescente (*Figura 7.1.*), cercando di non superare mai uno scarto di grana di *100*, lì dove possibile, tra un passaggio e l'altro, soprattutto nelle fasi iniziali quando si usano carte incisive o abrasive ancora relativamente grosse, in modo tale da avere una superficie uniforme alla fine dei lavori e di non lasciare tracce di solchi altrimenti visibili anche dopo la verniciatura.



Figura 7.1. Sono stati riportati alcuni numeri di grana secondo la classificazione *FEPA P* ^[20], per illustrare la tecnica di carteggiatura consigliata con carte con numero crescente, cercando di non superare una differenza di grana di 100.

Nel caso specifico della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* sono state adottate carte che partivano da una grana iniziale di *P120* fino ad arrivare, dopo diversi passaggi, a una grana che poteva oscillare tra *P800* - *P1000*. L'utilizzo di carte così fini nelle fasi finali è giustificato dal fatto che nel caso di verniciature caratterizzate da tinte color grigio chiaro – argento i difetti tendono a vedersi di più e ad essere maggiormente accentuati dai riflessi e dai giochi di luce. Perciò, in questo caso, era necessario assicurarsi più che mai di svolgere una finitura finale altamente liscia.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

Prima di procedere con il lavoro di carteggiatura si rende necessario lo smontaggio dei principali accessori che sono d'intralcio, come ad esempio: mascherina anteriore, i fari posteriori, eccetera. Sportelli e cofani verranno carteggiati separatamente con l'ausilio di appositi cavalletti sia per assicurare agli operatori esperti una corretta posizione ergonomica di lavoro, sia per raggiungere e riuscire a carteggiare le parti più impervie e nascoste dei profili. Quando si è provveduto a carteggiare le parti interne dei passaruota fin dove arriva la lamiera d'alluminio della scocca, che in queste zone risulta ripiegata verso l'interno (come precedentemente illustrato in *Figura 5.16.*), si è resa necessaria anche lo smontaggio delle ruote.

Le zone dell'autovettura che non dovevano essere riverniciate di color argento (come gli interni, il vano motore, il vano portabagagli, il pavimento, il telaio tubolare e tutte le parti meccaniche a vista) sono state accuratamente mascherate già prima di svolgere la carteggiatura con apposite carte protettive e nastri (*Figura 7.2.*), in modo tale da assicurare un riparo dalle polveri che inevitabilmente si sono create con l'esecuzione di questo processo.

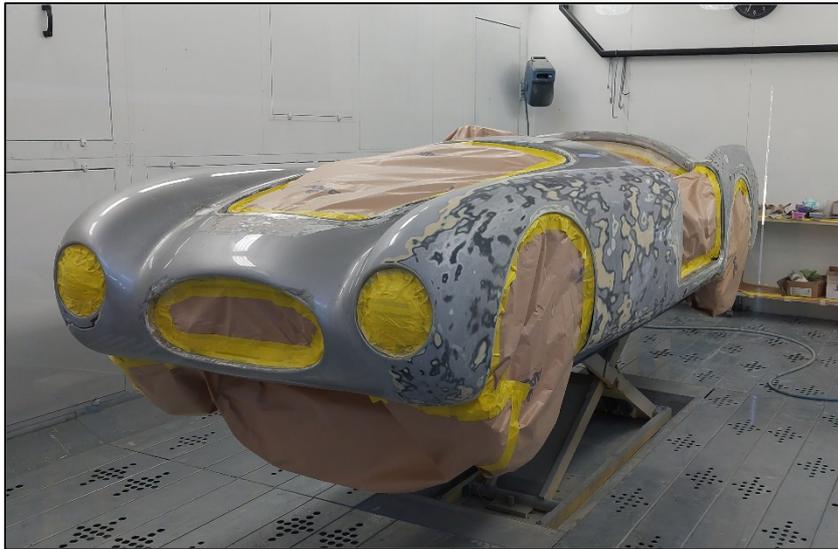


Figura 7.2. Mascheratura di protezione della *Cisitalia*, essenziale anche durante le successive fasi di applicazione dei fondi e di verniciatura.

La carteggiatura può essere eseguita con l'ausilio di strumenti utili ad alleggerire la difficoltà del lavoro ed accorciare i tempi, in particolar modo se le superfici su cui bisogna operare sono piane con profili semplici, caratterizzate da andamenti uniformi senza particolari curve, soprattutto in assenza di rilievi e avvallamenti. In questi casi, ad esempio, si può ricorrere

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

all'utilizzo di levigatrici pneumatiche rotorbitali palmari (*Figura 7.3.*). Nel restauro della *Cisitalia* la più usata aveva un'orbita da *6 mm*, che permette una giusta via di mezzo tra finitura e asportazione.



Figura 7.3. Una levigatrice simile a quella utilizzata nei processi di carteggiatura sulla *Cisitalia* ^[21]. A destra è presente un disegno che fa comprendere il movimento rotorbitale che il platorello compie mentre è in funzione ^[22].

In rosso è stato aggiunto il diametro dell'orbita.

Questi strumenti sono caratterizzati da diverse velocità selezionabili. Il motore della levigatrice mette in movimento un platorello circolare. Ne esistono di diverse tipologie: per adattarsi meglio alle curve e alle forme della carrozzeria è consigliabile utilizzare un platorello caratterizzato da un tampone in schiuma. Platorello e carta abrasiva si interfacciano grazie a una chiusura a strappo, che permette un cambio rapido del componente abrasivo. Si evidenzia che queste levigatrici sono caratterizzate da un sistema di aspirazione delle polveri che evita la respirazione di materiali nocivi da parte degli operatori. Infatti, sia la carta abrasiva che il platorello presentano degli opportuni fori, attraverso i quali avviene l'aspirazione grazie all'alimentazione pneumatica che permette il funzionamento dello strumento.

Si sottolinea comunque che la carteggiatura non è stata effettuata interamente tramite l'ausilio di levigatrici, soprattutto nei casi in cui era necessario raggiungere profili e superfici di forma particolare che non si adattavano allo strumento (*Figura 7.4.*). In questi casi per la carteggiatura gli operatori sono ricorsi a tamponi costruiti artigianalmente dalle forme e dai materiali più disparati per avere sempre un adeguato supporto dove porre la carta abrasiva. In queste circostanze, si rende necessaria la carteggiatura tramite modalità manuale.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura



Figura 7.4. Esempio di carteggiatura di profilo *negativo* (cioè con concavità rivolta verso l'alto) eseguita tramite tampone artigianale.

Nel caso di profili estremamente sottili, come il perimetro delle portiere, non è neanche necessario ricorrere a tamponi, ma è sufficiente adoperare direttamente la carta adattandola con le mani alla superficie da carteggiare (*Figura 7.5.*).



Figura 7.5. Carteggiatura manuale senza l'ausilio di tampone lungo i profili di una delle due porte. Osservare la presenza delle griglie di aspirazione della cabina di verniciatura.

In particolare, si riporta anche che si è fatto uso di spazzole metalliche rotanti con ausilio di trapani (*Figura 7.6.*) soprattutto per pulire e rimuovere la corrosione dalle intelaiature in acciaio delle porte e dei cofani.



Figura 7.6. Rimozione della corrosione dal telaio in acciaio del cofano anteriore tramite l'utilizzo di spazzola metallica rotante. Il telaio del cofano è caratterizzato da una sezione a *U* e lungo il perimetro la lamiera di alluminio è ancorata al lembo esterno tramite *cianfrinatura*.

Le operazioni di carteggiatura avvengono all'interno di un'apposita camera, che è stata utilizzata anche in seguito per la verniciatura, caratterizzata da una struttura in grado di generare moti d'aria forzata. I flussi verticali che si vengono a creare presentano una bassa turbolenza: nella parte inferiore della cabina vi è un pavimento con apposite griglie dalle quali avviene l'aspirazione e in alto è presente un tetto che immette aria esterna grazie alla presenza di opportuni diffusori. La carteggiatura sarà un processo che si presenterà più volte in avanti, durante le fasi di modellazione, dell'applicazione dei fondi, della verniciatura e della lucidatura. Ogni volta avrà degli obiettivi diversi e verrà condotta con apposite carte, strumenti e tecniche in base ai fini da raggiungere. Se n'è parlato in maniera approfondita adesso perché prima della modellazione si è resa necessaria una carteggiatura intensa per ridurre gli spessori di prodotti protettivi delle lamiere ed avere alla fine del progetto di restauro degli spessori finali accettabili. Infatti, come detto precedentemente, l'auto presentava molti strati preesistenti e alcuni andavano necessariamente eliminati per non ottenere degli spessori finali eccessivamente elevati. In ogni caso, quando più avanti la carteggiatura si ripresenterà all'interno della trattazione, verranno brevemente indicati gli strumenti adoperati e le tecniche utilizzate. Prima che il progetto di restauro iniziasse, si erano registrati in più punti randomici della carrozzeria degli spessori non omogenei di prodotti ricoprenti le lamiere compresi tra circa $750\ \mu\text{m}$ e $1\ \text{mm}$. Con il ricorso a questa fase significativa di carteggiatura si è cercato di rendere omogenei gli spessori e scendere sotto la soglia dei $450\ \mu\text{m}$ (*Figura 7.7.*).

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

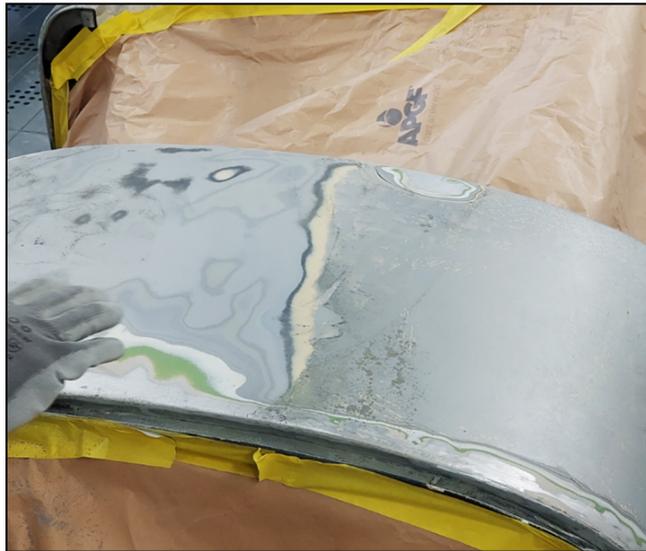


Figura 7.7. Differenza tra superficie carteggiata (sulla sinistra) e ancora da carteggiare (sulla destra).

Potrebbe sorgere un dubbio tra la scelta di una sabbiatura e di una carteggiatura. Una sabbiatura sarebbe stata in grado di portare completamente a nudo l'alluminio della scocca e delle parti mobili della *Cisitalia 202 SMM*. Ma la sabbiatura (esistono vari processi) e la carteggiatura hanno entrambe dei pro e dei contro.

Sicuramente una sabbiatura avrebbe annullato il problema degli alti spessori di prodotti protettivi delle lamiere. Ma per effettuare un processo del genere sarebbe stato necessario il disassemblaggio della scocca in alluminio dal telaio tubolare in acciaio. Una soluzione quindi nettamente più invasiva, in quanto lo smontaggio non sarebbe risultato affatto facile. Bisogna essere al corrente del fatto che la *Cisitalia 202 SMM* presenta una scocca unita al telaio quasi esclusivamente tramite *cianfrinatura*, ovvero tramite piegatura dei contorni dei fogli di alluminio della scocca che va così ad avvolgersi su supporti e pannelli saldati sul telaio in acciaio.

Sono infatti davvero pochi i bulloni e le viti che tengono la scocca salda al telaio e sono pressoché situati nella zona anteriore e posteriore del veicolo. Invece, le parti cianfrinate sono nettamente più diffuse e si possono riconoscere facilmente soprattutto lungo tutto il perimetro dei profili dei vani porta, del vano motore e del vano portabagagli. Se togliere viti e bulloni poteva a prima vista essere considerata un'operazione relativamente semplice, non lo sarebbe stato altrettanto il lavoro consistente nel ripiegare e disgiungere le lamiere di alluminio nelle zone cianfrinate.

Il pericolo maggiore consisteva nel provocare nuovi danni che si sarebbero potuti manifestare sottoforma di eventuali nuove cricche e fratture dell'alluminio. Inoltre, ricorrere alla carteggiatura piuttosto che a una sabbiatura è più in sintonia con la filosofia di pensiero di *un restauro conservativo*, in quanto in questo modo si vanno a togliere gli strati strettamente necessari per assicurare una successiva verniciatura di alta qualità, senza però intaccare troppo (nei limiti del possibile) la storia pregressa dell'automobile. Infatti, automobili di questo genere sono paragonabili a *beni culturali* in tutto e per tutto. E nel caso di beni culturali va preservata ai posteri la loro storia. Paradossalmente, se un giorno in futuro si decidesse di ristudiare d'accapo la vita della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* in questione, si potrebbe di nuovo rileggere parte della sua storia attraverso gli antichi strati di vernice e prodotti vari presenti sulle lamiere della carrozzeria.

7.2. Modellazione e applicazione primer e fondi

Terminata la fase di carteggiatura atta all'assottigliamento degli strati preesistenti di prodotti che rivestivano le lamiere della *Cisitalia*, inizia ora una serie di processi che vanno a comporre la seconda parte della predisposizione dell'automobile per le successive fasi di verniciatura.

Iniziano così le fasi di modellazione e di applicazione di prodotti, come stucchi, primer e fondi, che hanno diversi compiti principali, che possono essere riassunti nei seguenti:

- Ripristinare e armonizzare le forme della carrozzeria;
- Proteggere le lamiere dagli agenti esterni;
- Predisporre una base solida, stabile e ben aggrappante per la vernice.

La *modellazione* è un insieme di molteplici attività artigianali delicate, lunghe e complesse. Da una prima osservazione si potrebbe concludere che si tratti di operazioni sostanzialmente ripetitive, ma ognuna di esse richiede una grande attenzione e precisione che solo un'elevata capacità visiva può assicurare.

Le operazioni consistono nella scolpitura di vari materiali e prodotti che vengono apportati e stesi progressivamente in più strati sopra le lamiere dell'autovettura in questione. Una volta che questi materiali (stucchi, primer e fondi) si asciugano e si stabilizzano, raggiungendo una determinata resistenza e durezza, si iniziano di nuovo le fasi di carteggiatura, molto più precise e condotte in zone mirate rispetto alla carteggiatura sommaria precedente effettuata per assottigliare gli spessori. Si continua così, a ripetere deposizione di materiale e carteggiatura,

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

fino a raggiungere le forme ricercate e desiderate. Quindi, sinteticamente, la modellazione è un processo che prevede la realizzazione di una forma prestabilita partendo da materiale pieno e andando a sottrarlo progressivamente.

Gli esperti che sono stati impegnati nella modellazione della *Cisitalia 202 SMM* hanno sviluppato una grandissima esperienza svolgendo collaborazioni presso i centri stile più famosi al mondo (come ad esempio *Italdesign Giugiaro, Zagato, Bertone*).

Nella modellazione della *Cisitalia* si è fatto ricorso all'utilizzo di **stucco poliestere bicomponente**^[23], che è stato deposto tramite opportune spatole metalliche sulle superfici dei lamierati precedentemente ripristinati in fase di lastratura, in grado soprattutto di assicurare un'elevata aderenza sopra i supporti sui quali viene applicato.

In generale, prima dell'applicazione, esso va miscelato con un indurente a base di *perossido di dibenzoile* in pasta con concentrazione pari al 2% in volume^[23] (il tipo esatto di indurente e le concentrazioni specifiche variano in base alla temperatura).

La carteggiatura preliminare dello stucco avviene tramite carte che spaziano dalla *P80* alla *P120*, mentre la carteggiatura finale si effettua con carte che vanno dalla *P180* alla *P240*^[23].

Queste non sono regole universali, ma indicazioni della casa madre dei prodotti. Ogni caso è a parte e si trova il giusto compromesso soprattutto ricorrendo all'esperienza pregressa degli operatori.

La fase di carteggiatura dello stucco avviene a secco, senza l'apporto di acqua. Viene anche definita in gergo "*seppiatura*", termine che prende le sue origini dal fatto che tempo fa si usavano prodotti abrasivi contenenti minuscole particelle di ossi di seppia o anche di pietra pomice.

Durante la modellazione risulta molto utile l'utilizzo di una vernice nera, soprannominata "*nero spia*", che viene stesa sulle superfici da modellare in seguito alle prime stuccature. È sufficiente uno strato sottilissimo di questo colore nero.

È molto utile per capire dove si rende necessario ristendere altro stucco; in quanto, se dopo la carteggiatura dei primi strati di materiale rimane del *nero spia* in alcune zone, significa che è presente un avvallamento che è risultato inaccessibile al tampone e alla carta abrasiva usati durante la modellazione: questo perché la superficie non risultava in tutti i suoi punti complanare e contigua.

L'irregolarità viene quindi eliminata con il passaggio di altri strati di stucco e si ripete il processo di carteggiatura con *nero spia* finché la superficie non diventa conforme all'obiettivo del modellatore. Spesso gli operatori, per aiutarsi durante i lavori, oltre al *nero spia* fanno ricorso anche a matite per evidenziare aree con difetti o tracciare riferimenti negli accoppiamenti.

Il processo di modellazione si sovrappone e si alterna all'applicazione di primer e fondi. Essi risultano essenziali per preparare la carrozzeria per la successiva verniciatura. Le differenze principali tra primer e fondi risiedono sostanzialmente nel fatto che il *primer* è un prodotto che ha il fine di ancorarsi saldamente sopra la superficie d'interesse e fa in modo che i prodotti successivi si ancorino a loro volta in maniera efficace al primer stesso, garantendo così la qualità di adesione dell'intero processo di applicazione dei prodotti; un *fondo*, invece, ha in generale la funzione di garantire isolamento e di proteggere la superficie sottostante sottoposta alla lavorazione^[24].

Ogni volta, prima di stendere i prodotti, è necessaria la pulitura delle superfici tramite panno imbevuto in un detergente universale, ovvero con un prodotto di preparazione in grado di rimuovere grasso (ma anche siliconi e catrame). Il detergente evapora in fretta, dopodiché è possibile procedere con l'applicazione dei prodotti desiderati.

In tutte queste fasi, inoltre, si è reso necessario mascherare con cura la carrozzeria, per proteggere quelle zone interessate dall'applicazione di primer e fondi e che non richiedevano modellazione.

La mascheratura è avvenuta più volte, in quanto avviene con carte specifiche e nastri che, a lungo andare durante i lavori, tendono a deteriorarsi e a un certo punto non assicurano più una buona schermatura.

Entrando più nel dettaglio, si sintetizzano adesso le diverse operazioni che hanno portato all'applicazione di primer e fondi, come consigliato dagli esperti di *Lechler S.p.A.* per avere degli opportuni strati di supporto per la successiva verniciatura in acrilico termoplastico.

1. Si effettuano prime stuccature e carteggiature (con carte abrasive su stecche e tamponi) nei punti che presentavano i difetti più vistosi, segnalate preventivamente anche con matita. Ad esempio, si stuccano le zone che hanno subito un processo di saldatura nelle precedenti fasi, in particolare lungo i profili delle porte e lungo l'arco dei passaruota interessati da questo tipo di ripristino, in modo da rendere omogenee e lisce quelle superfici che hanno avuto un'alterazione della propria forma a causa della presenza del cordone di saldatura, anche se

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

erano state spianate precedentemente nelle fasi di lastratura nei limiti del possibile. Se necessario si ribattono nuovamente con maggior accuratezza e precisione eventuali superfici che hanno risentito di leggere deformazioni termiche sempre in seguito alla saldatura. Si procede con la pulitura delle superfici della scocca e delle parti mobili. Prima dell'applicazione del **primer aggrappante** è infatti necessario eliminare tutto lo sporco, causato anche dalle polveri della carteggiatura di assottigliamento degli spessori e di preparazione delle superfici. È un primer a due componenti a base di **resine epossidiche**^[25] e pigmenti anticorrosivi non inquinanti (*Figura 7.8.* e *Figura 7.9.*). È stata effettuata la preparazione della miscela bicomponente ed è stata applicata a spruzzo: si è disteso prima uno strato leggero e successivamente un altro più significativo a pochi minuti di distanza l'uno dall'altro. Dopodiché si è impostato il forno di verniciatura a una temperatura di 30 gradi centigradi per un tempo di 30 minuti con il fine di far evaporare i solventi: se si inizia il processo di essiccazione direttamente con una temperatura elevata, si potrebbe presentare il rischio che durante l'evaporazione i solventi possano lasciare tracce e difetti (a forma di impronte di bolle). In seguito, si imposta il forno a 60 gradi per un'ora. Per l'applicazione, tramite aria compressa, è stato montato sull'aerografo un ugello di 1,8 mm e l'aria compressa.



Figura 7.8. Scocca dopo il processo di applicazione del primer epossidico.



Figura 7.9. Il primer aggrappante epossidico steso sopra la piastra di rinforzo in acciaio delle cerniere del cofano anteriore. Essa presentava evidenti segni di corrosione.

2. Dopo l'essiccazione completa del primer epossidico, si procede sopra di esso con stuccature preliminari poco estese e con le relative carteggiature lì dove si presentano ancora imperfezioni particolarmente visibili grazie alla tecnica del *nero spia*. Si seppiano tutte le superfici che hanno ricevuto precedentemente il primer epossidico per raggiungere la rugosità desiderata (si sono usate carte *P180 - P240* con leggera pressione della mano, vedere *Figura 7.10.*).



Figura 7.10. Carteggiatura del primer epossidico: si notano le zone già carteggiate (chiare e opache) da quelle ancora che devono ricevere la carteggiatura (scure e lucide). Notare la mascheratura dei vani tramite carta e nastri.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

Si sono così predisposte le lamiere che necessitano di modellazione per ricevere l'applicazione di un **fondo** caratterizzato da un **alto potere riempitivo**. Nel nostro caso specifico è stato utilizzato uno **stucco poliestere a spruzzo**^[26] facilmente carteggiabile compatibile con lo stucco a spatola precedentemente annoverato (*Figura 7.11.*).



Figura 7.11. Cofano anteriore dopo l'applicazione del fondo in poliestere.

Inizialmente, si distendono 2 strati di questo prodotto, dopo il primo si attende che i solventi evaporino a una temperatura di 20 gradi (il prodotto da lucido diventa opaco). La seconda applicazione viene fatta essiccare a 60 gradi per 60 minuti e successivamente il prodotto viene fatto riposare tutta la notte. Per le operazioni è stato utilizzato un aerografo a caduta equipaggiato con un ugello di 3 mm. Si è carteggiato a secco e si è reso ruvido il fondo in poliestere (le carte maggiormente utilizzate sono state le P180-P240-P320) per renderlo adatto alla modellazione. Quindi è stato possibile distendere lo “stucco a spatola” sopra lo “stucco a spruzzo”. Gli interventi di modellazione più significativi avvengono sopra al fondo in poliestere (*Figura 7.12.*), andando a stabilire definitivamente tutte le luci e i giochi degli accoppiamenti: si definiscono le forme della scocca e si effettua la *riquadratura* annoverata precedentemente, in quanto la presenza del fondo riempitivo permette una carteggiatura intensa e limita il rischio di eliminare lo strato di primer sottostante o di raggiungere la lamiera.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

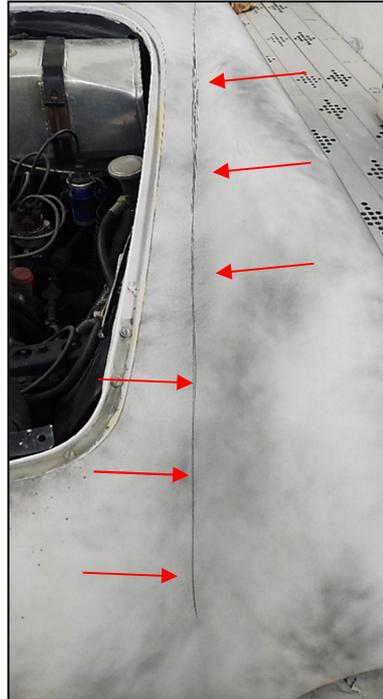


Figura 7.12. Zona del parafrangente anteriore dopo la seconda applicazione del fondo in poliuretano. Notare la sfumatura del “nero spia” steso prima di effettuare nuovamente modellazione e carteggiatura. È presente anche il tratto della bacchetta in grafite (freccette rosse) che evidenzia l’insieme dei punti minimi del raccordo parafrangente motore.

In alcuni punti, però, lo spessore dello stucco a spruzzo non è sufficiente per impedire quello che si è appena detto. Si rende quindi necessaria la riapplicazione del primer aggrappante epossidico nei punti in cui è stato asportato via in parte per carteggiatura, soprattutto lì dove si è arrivati a scoprire la lamiera (*Figura 7.13.*).



Figura 7.13. Particolare del parafrangente posteriore sinistro: si possono riconoscere le zone sulle quali è stato riapplicato il primer epossidico (contraddistinte da un grigio tendente al verde), il fondo in poliuretano (color grigio chiaro) e lo stucco usato in modellazione (color beige).

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

L'essiccazione del primer ha richiesto nuovamente l'impostazione della temperatura a 60 gradi centigradi per un'ora. Si è disteso nuovamente anche su tutta la carrozzeria il fondo poliestere per portare a termine le ultime fasi di modellazione ed è stato essiccato come specificato precedentemente. Più avanti nel testo verranno esposte più nel dettaglio le operazioni di modellazione più significative.

3. Tocca ora all'applicazione di un **fondo** che risulti **riempitivo e isolante** ^[27], caratterizzato da un alto residuo solido (*Figura 7.14*), steso tramite aerografo a spruzzo pneumatico con ugello *1.4 mm*.



Figura 7.14. La scocca in seguito all'applicazione del fondo riempitivo isolante e la sua carteggiatura tramite carta *P500*.

È stata scelta la versione di colore grigio chiara, che più si abbina alla successiva vernice color argento. Infatti, di questo tipo di fondi ne esistono di vari colori, ogni colore è più adatto per essere disposto sotto alla vernice scelta, in modo tale che la tinta non risenta e non si alteri visivamente a causa dello strato sottostante. Sono stati stesi due strati di questo prodotto. L'essiccazione richiede una temperatura di 60 gradi centigradi per 60 minuti. Si procede infine con una carteggiatura per ottenere superfici molto lisce tramite carta fine con

grana *P320* e poi *P500* su tutti i componenti che in seguito dovranno essere verniciati. Infine, si procede con la pulizia tramite panno e detergente.

Si riassumono nello schema sottostante (*Figura 7.15.*) le principali fasi che hanno interessato l'applicazione di primer e fondi.

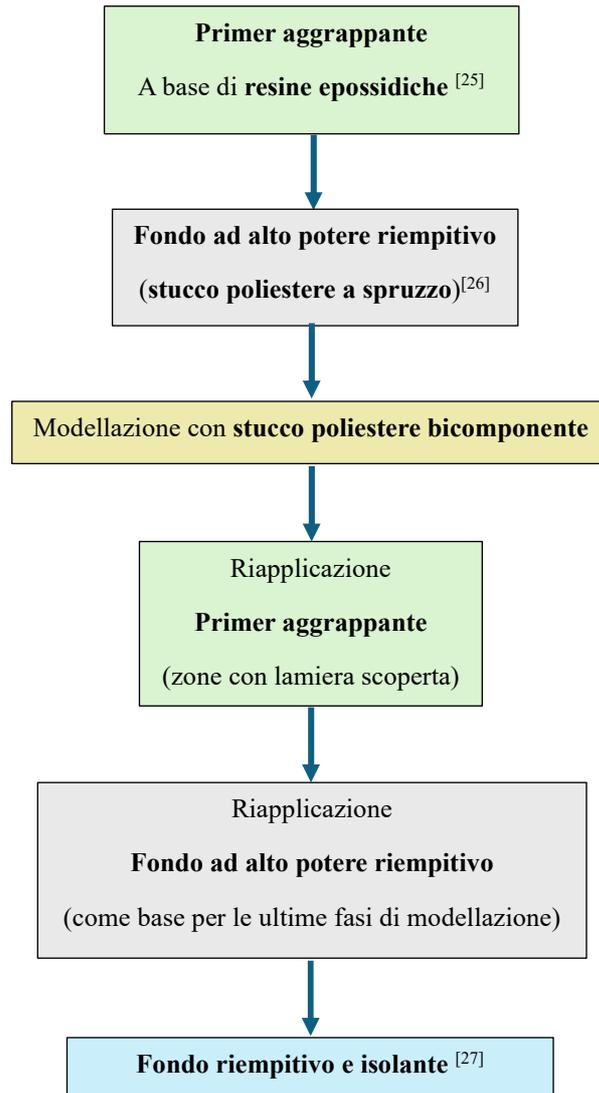


Figura 7.15. Riassunto schematico della successione dei passaggi per l'applicazione di primer, fondi e modellazione.

7.3. Approfondimento delle principali fasi di modellazione

Si affrontano ora più nel dettaglio le operazioni di modellazione maggiormente significative, svolte soprattutto sfruttando il fondo in poliestere, quindi svolte dopo l'applicazione del primer epossidico e prima del fondo riempitivo e isolante. La *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* è destinata all'esposizione presso il *Museo Nazionale dell'Automobile*. Quindi uno degli obiettivi del progetto di questo restauro era anche quello di rendere l'auto apprezzabile sotto il punto di vista estetico agli occhi dei visitatori del museo, cercando di trasmettere la qualità del lavoro svolto. A tal proposito i modellatori hanno dovuto porre attenzione per ripristinare giochi e luci, ovvero gli spazi vuoti maggiormente visibili dall'esterno tra le parti mobili e la scocca. Già prima il lastratore si era occupato di questo problema, in quanto si presentavano irregolarità e problemi di apertura e chiusura delle porte e dei cofani, come ad esempio la presenza di interferenze tra lamiere. I modellatori non dovevano occuparsi di ripristinare la funzionalità delle parti mobili, ma avevano il compito di recuperare la costanza degli spessori delle luci ed eliminare quell'effetto di discontinuità visiva. Per entrare più nel dettaglio, nei punti in cui vi era uno spazio eccessivo, è stato necessario stuccare il profilo appartenente alla scocca. In sostanza si aggiunge spessore lungo i profili dei vani. Si potrebbe pensare di poter risolvere questo problema andando ad aggiungere stucco lungo i bordi degli sportelli e dei cofani, ad esempio. Ma questa soluzione alternativa non risulta per niente conveniente, in quanto le parti mobili sono caratterizzate da movimenti di apri/chiodi e presentano spessori relativamente sottili lungo il loro bordo esterno. Queste sono caratteristiche che non assicurano un ancoraggio efficiente dello stucco. Per ripristinare la costanza degli spessori delle luci può risultare utile l'utilizzo della *cera calibrata* (Figura 7.16.). Essa consiste in una cera modellabile che presenta uno spessore costante in millimetri calibrato in fabbrica (gli spessori più usati nel caso specifico del lavoro di tesi sono stati *3 mm* e *4 mm*) e viene interposta tra i profili dei vani e i bordi delle porte dei cofani.

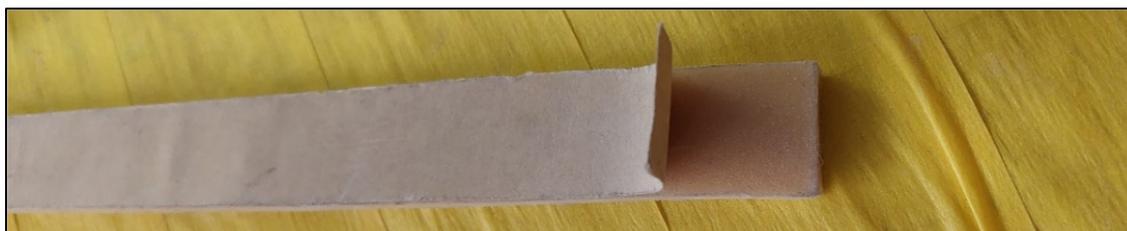


Figura 7.16. Nastro di cera calibrata adesiva.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

Grazie al suo spessore costante e alla sua modellabilità, è in grado di mettere in evidenza le discontinuità degli spazi tra gli accoppiamenti e di seguire i profili. Viene collegata sul bordo delle parti mobili, in modo tale che con lo stucco si possa riempire il vuoto dalla parte della scocca fissa, che offre un appiglio più stabile per lo stucco, in quanto offre una superficie nettamente più ampia (ovvero il profilo del vano) rispetto a quella data dal sottile bordo perimetrale della parte mobile. Il processo appena descritto, che ha il compito di ottenere il giusto accoppiamento visivo tra le diverse parti mobili e la scocca, si chiama *riquadratura*. Quando lo stucco, appena steso tramite spatole metalliche (*Figura 7.17.*), era ancora morbido, si potevano definire le ampiezze delle luci tramite una comune punta da trapano da 3 mm (*Figura 7.18.*).



Figura 7.17. Deposizione dello stucco tramite spatola metallica (accoppiamento cofano anteriore – profilo vano motore).



Figura 7.18. Asportazione dello stucco morbido in eccesso tramite punta da trapano di 3 mm (accoppiamento cofano posteriore – parafango).

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

Una volta indurito, per modellare lo stucco interposto per definire le luci tra le parti mobili e la scocca si è attuata una soluzione che prevedeva la sovrapposizione di una spatola da 2 mm di spessore con la carta abrasiva desiderata (*Figura 7.19.*) e si è proceduto a definire il corretto spazio vuoto tenendo la parte mobile debitamente chiusa nel suo apposito vano.

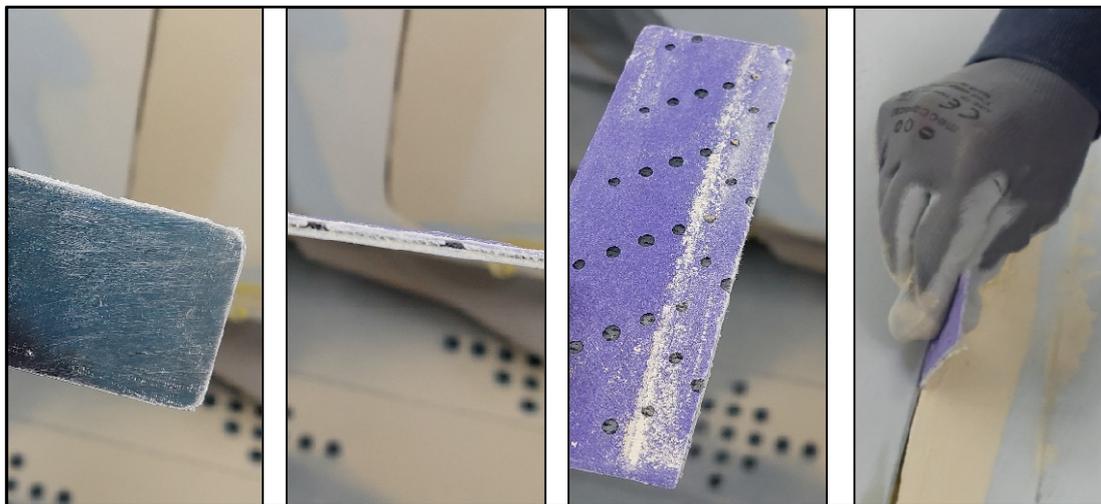


Figure 7.19. Spatola metallica e carta abrasiva impiegate nella modellazione delle luci dei profili porta e cofani.

Lì dove questa tecnica non poteva essere attuata a causa di profili che presentavano curvature particolarmente elevate, si è proceduto a levigare a mano (*Figura 7.20.*) senza l'intervento della spatola, che si adatta meglio in zone caratterizzate da sagome rettilinee.



Figure 7.20. Levigatura dello stucco sull'arcata del parafrangente posteriore destro senza adoperare la spatola metallica.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

Se lo stucco deposto sulla scocca risulta eccessivo e la spatola non riesce ad entrare nello spazio disponibile, si rende allora necessaria una levigatura preliminare tramite tampone aprendo la parte mobile e operando sullo stucco indurito deposto sulla scocca. Non esistono regole ben precise su quale tecnica di modellazione adottare e su quali strumenti utilizzare. Tutto si basa sull'esperienza del modellatore e sulla sua manualità. La *riquadratura* consiste anche nel raggiungere la corretta complanarità tra parti mobili e profili dei vani (Figura 7.21. e Figura 7.22.): banalmente, porte e cofani, da chiusi, non possono risultare più sopraelevati o più incassati rispetto alla scocca, ci deve essere continuità.



Figura 7.21. Levigatura tramite tampone e carta abrasiva (accoppiamento cofano posteriore – profilo vano portabagagli).



Figura 7.22. Dettaglio della deposizione di stucco (nella foto già levigato) sopra la scocca per portarla in piano con il cofano anteriore (a destra), che nella foto risulta più sopraelevato.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

Questo tipo di problema coinvolge anche zone nelle quali eventuali raccordi tra parti mobili e scocca non presentano la giusta regolarità. La verifica della continuità dei profili su superfici ampie può avvenire tramite una spatola metallica deformabile con poca forza, che presenta uno spessore non elevato per essere flessibile (*Figura 7.23.*). Essa viene piegata con la pressione delle dita, cercando di farla adattare alla curvatura e alla forma complessiva del profilo.



Figura 7.23. Verifica del profilo del raccordo tra cofano posteriore e parafrangente posteriore. Al centro si evidenzia un'imperfezione di raccordo.

Le estremità della spatola vengono poste tangenzialmente alle lamiere della carrozzeria: se in mezzo agli estremi su cui poggia la spatola si vede il passaggio di luce, significa che c'è una conca, uno spazio vuoto che rappresenta un'imperfezione di raccordo, che necessita di essere riempita con stucco, modellato nella maggior parte dei casi a mano tramite tampone e carta abrasiva. La lastratura delle lamiere ha un limite e non può risolvere del tutto queste tipologie di problemi. Si ricorre, quindi, alla registrazione delle cerniere tramite l'eventuale interposizione di spessori. Altrimenti, se ciò ancora non risolve il problema, può ritornare d'aiuto anche la stuccatura. Per riportare tutto in piano e recuperare il dislivello e per raccordare correttamente i profili va bene anche stuccare le parti mobili, se necessario, senza però prolungare il bordo del perimetro come detto precedentemente, ma aggiungendo materiale solo in direzione verticale rispetto al substrato in lamiera. In questo caso, si rende necessario modellare con le guarnizioni debitamente interposte tra gli accoppiamenti delle parti mobili e i rispettivi vani. In assenza di guarnizioni, se asportate in quanto si teme che si possano danneggiare durante i lavori, si può far ricorso a spessori in spugna tali da simulare le dimensioni delle guarnizioni che vanno inevitabilmente ad innalzare cofani e sportelli nella loro configurazione chiusa (*Figura 7.24.*).

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

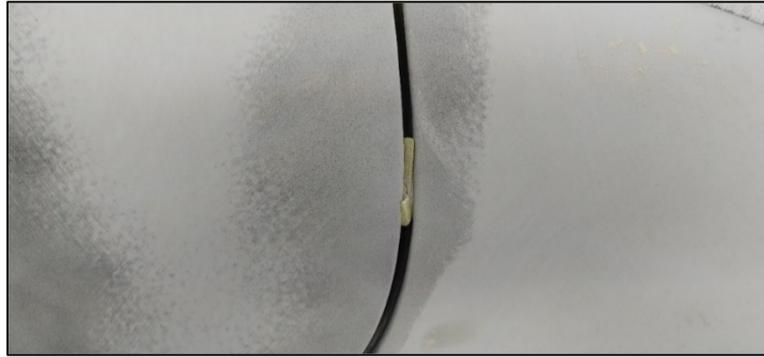


Figura 7.24. Spessore in spugna debitamente interposto tra il cofano posteriore e la sua sede, in modo tale da simulare lo spessore della guarnizione assente.

Durante la modellazione, spesso è d'aiuto stendere del nastro adesivo di materiale cartaceo lungo i profili delle parti mobili per tre motivi principali (*Figura 7.25.*):

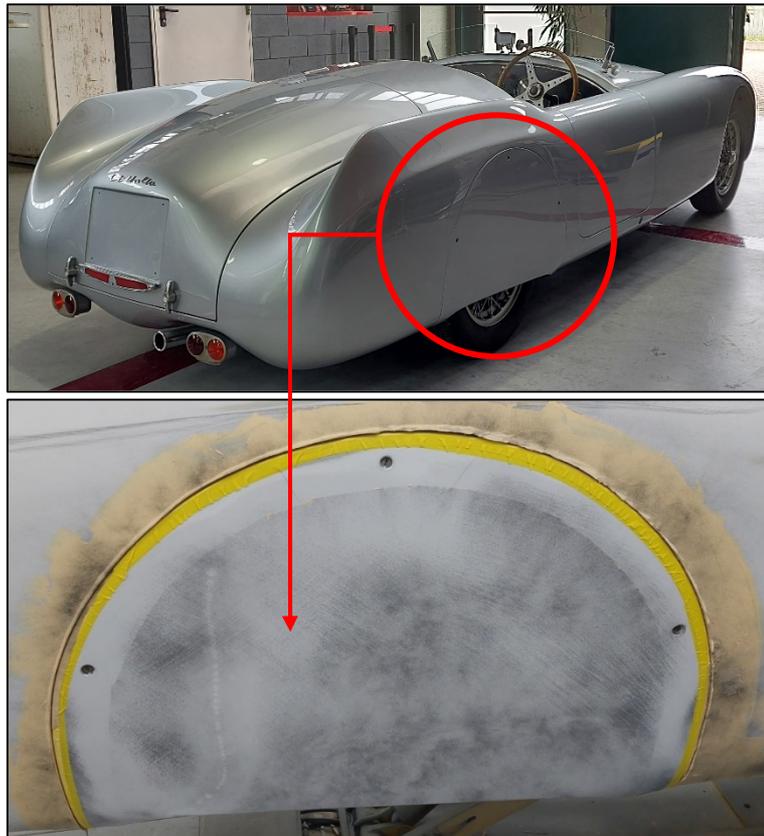


Figura 7.25. Esempio di utilizzo del nastro adesivo colorato in materiale cartaceo lungo il profilo del coperchio copri ruota del parafrangente posteriore destro.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura

- Se è presente un dislivello e la parte mobile risulta sopraelevata, è necessario stendere stucco lungo il profilo della scocca. Per avere una maggiore sicurezza dello spessore da depositare, si può disporre del nastro (anche posto in doppio strato) lungo il profilo della parte mobile, in modo da inspessire il suo bordo perimetrale e depositare sulla scocca materiale in eccesso, che andrà in seguito carteggiato e quindi assottigliato raggiungendo lo spessore effettivo desiderato tramite tampone e carta abrasiva.
- Il nastro fa in modo che lo stucco non aderisca lungo il bordo della parte mobile.
- Se il nastro è colorato, fornisce una maggiore guida visiva per seguire e marcare il profilo cercato.

Se il nastro colorato non è sufficiente come guida o come riferimento, nel caso dei coperchi copri ruota dei parafranghi posteriori, ad esempio, in modellazione si è fatto uso di una matita per tracciare i riferimenti di centraggio (*Figura 7.26*).

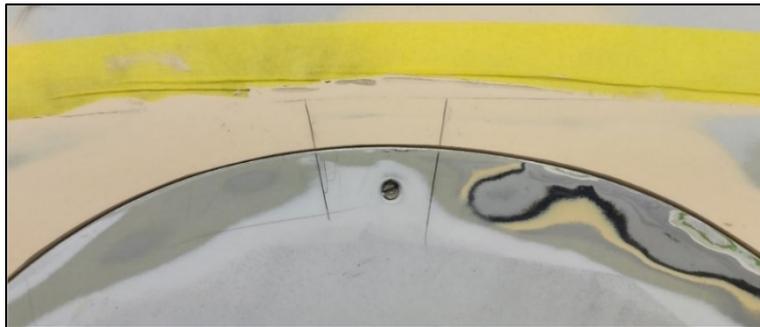


Figura 7.26. Esempio di riferimenti di centraggio tracciati tramite matita.

Questi coperchi erano dotati di tre viti di fissaggio, ma esse non sono sufficienti a definire univocamente la posizione della parte mobile rispetto alla scocca a causa di giochi presenti tra le viti e le sedi delle teste delle viti. Il centraggio tramite matita, quindi, si rende necessario perché si è modellato in una posizione ben precisa.

Si analizza ora la modellazione dei profili dei vani per le griglie protettive dei fari. Inizialmente, si è steso lo stucco tramite spatola lungo il profilo circolare. Non si è attesa l'essiccazione completa, ma si è inserita la griglia nella propria sede in modo tale da ottenere l'impronta. Si sono presi i riferimenti dimensionali del contorno della griglia tramite penna (*Figura 7.27*).

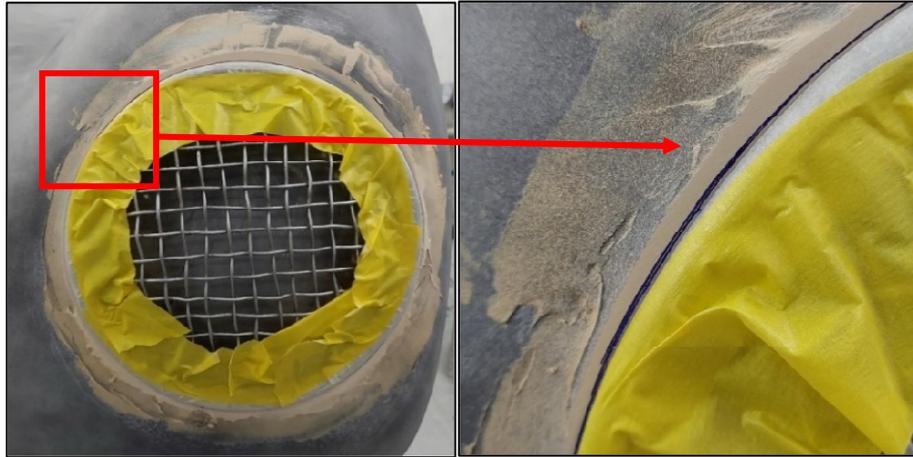


Figura 7.27. Modellazione del profilo vano griglia faro anteriore sinistro. A sinistra si è passato lo stucco sulla scocca e poi si è inserita la griglia per imprimere la forma. Sulla destra ingrandimento sulla traccia lasciata dalla penna lungo il contorno.

Si è stabilito in questo modo il confine fin dove si estendevano le linee di raccordo con la griglia dei fari. Si è steso un sottile strato di *nero spia* a spruzzo schermando la griglia, che nel frattempo era stata rimossa e successivamente all'essiccazione si è incominciato il lavoro di carteggiatura tramite tampone e carta *P120* all'esterno dell'area delimitata dalla penna (*Figura 7.28.*). La griglia fari è stata poi fissata con le proprie viti. Anche il profilo del vano mascherina del radiatore è stato modellato con lo stesso procedimento (*Figura 7.29.*).



Figura 7.28. Differenza tra profilo griglia faro che ha ricevuto il *nero spia* e deve essere ancora carteggiato (in foto sulla sinistra) e profilo invece che è già stato modellato e carteggiato (in foto sulla destra).

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura



Figura 7.29. Vano mascherina radiatore in fase di modellazione con la tecnica "dell'impronta".

Nelle fasi di modellazione, si può far ricorso ad altri strumenti oltre alle levigatrici, carte abrasive e tamponi già annoverati precedentemente. Ad esempio, lungo i profili porta, l'eccesso di stucco che è andato a depositarsi e a formare accumuli e rilievi è stato eliminato ricorrendo a martello e scalpello una volta che il prodotto è risultato indurito in seguito alla reazione con il secondo componente (*Figura 7.30.*).

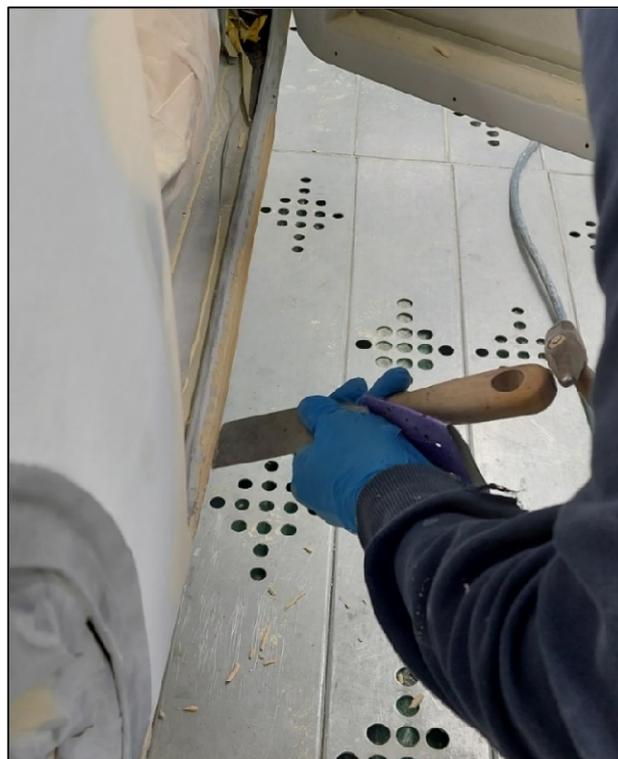


Figura 7.30. Esempio rimozione stucco tramite martello e scalpello.

In queste fasi non bisogna asportare il fondo sottostante e non si deve danneggiare la carrozzeria con il martello; perciò, è richiesta particolare attenzione e precisione. Per avere una maggiore sicurezza, si è percossa il manico dello scalpello con la parte laterale del martello per avere più superficie d'azione.

Eventualmente, se lo stucco risultasse particolarmente sottile e ancora non del tutto indurito, è possibile asportarlo anche tramite i bordi di una spatola metallica. Dopo intensi interventi di carteggiatura e levigatura, si è resa necessaria la riapplicazione del fondo in poliesteri per poi procedere con le rifiniture finali dei profili con carta *P320* e i raccordi degli spigoli creati precedentemente con lo stucco.

Utile in questa fase è l'utilizzo del bastoncino in grafite per evidenziare ed esaltare le linee da modellare definitivamente durante la *seppiatura* (Figura 7.31.).

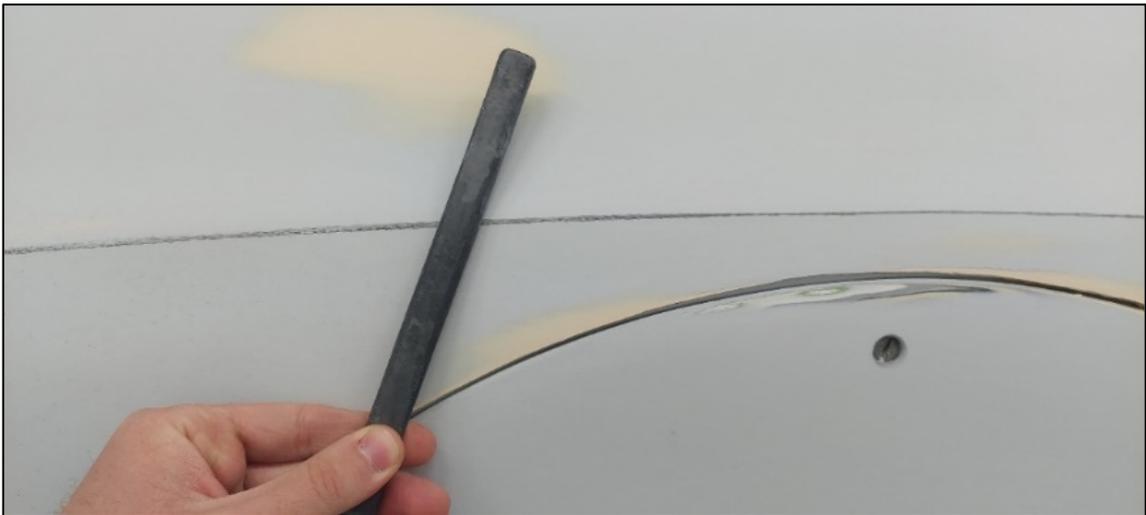


Figura 7.31. Il tratto lasciato dal bastoncino in grafite lungo il profilo sporgente del parafrangente posteriore destro.

Dopo l'essiccazione degli ultimi strati stesi di fondo poliesteri, si è proceduto ad applicare in tutte le parti della carrozzeria il *nero spia* (Figura 7.32.). Si è utilizzato un ugello *1.6 mm* sull'aerografo, che è caratterizzato da un *ventaglio* regolabile che interagisce con l'ugello adoperato per variare l'ampiezza del getto della vernice.

Solitamente per il *nero spia* e per la vernice, in generale, si tende ad assumere un getto diffuso circolare con un diametro ampio; si tende, invece, a concentrare il getto nel caso dell'applicazione dei fondi, facendogli assumere un diametro inferiore.

7. Predisposizione delle Superfici per la Verniciatura



Figura 7.32. Netta differenza tra zona carteggiata (parte chiara) e quella ancora da levigare (dove è presente il *nero spia*).

Nelle fasi finali della modellazione, quando ormai le forme sono state ben definite, gli spigoli che si sono venuti a creare, avevano la necessità di essere raccordati. Si è effettuata quindi la “*raggiatura*”. Per esempio, i perimetri dei profili dei vani porta sono stati raccordati manualmente con abrasivi su base spugnosa morbida, in modo da adattarsi meglio alla forma del profilo. Tali operazioni vanno condotte da un’unica persona sull’intera autovettura: infatti, deve essere la mano dello stesso operatore a compierla. Più persone potrebbero usare pressioni della mano differenti e i raccordi potrebbero risultare alla fine notevolmente diversi nelle varie zone della carrozzeria. In queste fasi si toglie anche la grafite depositata precedentemente tramite carte *P600 – P800* sempre caratterizzate da supporto spugnoso. La carrozzeria della *Cisitalia 202 SMM* ha in seguito ricevuto il fondo riempitivo isolante.

8. VERNICE ACRILICA TERMOPLASTICA: SPERIMENTARE L'UTILIZZO DI UN PRODOTTO DEL PASSATO

Si entra ora nell'analisi della fase di verniciatura che ha interessato la *Cisitalia 202 SMM Nuvolari*. Come si è detto nei capitoli precedenti, la scelta del colore da adottare in questa fase non è stata banale e alla fine si è optato per l'*Argento Metallizzato Cisitalia* (codice *Lechler 623*). È stato anche necessario scegliere il tipo di prodotto da applicare e il processo da adottare, per non pregiudicare l'aspetto estetico e il valore dell'autovettura. La scelta è ricaduta sulla *vernice monocomponente acrilica termoplastica*, tipologia di vernice che originariamente dovrebbe aver rivestito l'automobile in questione. Infatti, storicamente, è noto che nel *XX* secolo (soprattutto nel periodo che va dagli anni '40 fino agli anni '70) per le automobili, in particolar modo quelle caratterizzate da un valore economico elevato, si adottasse proprio questa tipologia di verniciatura. Si apre qui una breve parentesi sulla vernice acrilica termoplastica per comprendere le sue caratteristiche principali e capire le differenze sostanziali che la contraddistinguono dalle tipologie di vernici bicomponenti adottate oggi (a base acquosa o a base solvente). La raccolta delle seguenti informazioni è stata possibile grazie alle indicazioni fornite da Mauro Mazzola e dal Dottor Pietro Dramisino di *Lechler S.p.A.* e dai suggerimenti derivanti dall'esperienza di Mauro Barbieri, che si è occupato della verniciatura della *Cisitalia*. Ultimamente la *Lechler S.p.a.* ha svolto un grande lavoro di ricerca nell'ambito delle vernici per le automobili d'epoca, focalizzandosi sullo sviluppo delle vernici acriliche termoplastiche, cercando di affermare la loro importanza nel mondo del restauro e di migliorarle sotto l'aspetto fisico e chimico. Questa tipologia di verniciatura sta iniziando ad attrarre i collezionisti, disposti a investire ingenti somme di denaro, andando talvolta alla ricerca di processi che possano rispettare l'originalità delle autovetture. La caratteristica più significativa dell'acrilico termoplastico risiede nel fatto che si tratta di un prodotto *monocomponente*, cioè non richiede l'intervento di un indurente. In fase di verniciatura, ad esempio, si può notare che le vernici acriliche termoplastiche raggiungono già un discreto stato di essiccazione dopo circa 20 minuti ad una temperatura ambiente di 20 C°. Come si vedrà in seguito nel capitolo, questo processo di verniciatura può raggiungere tempistiche totali largamente elevate (si possono superare anche le 36 ore complessive di lavoro, suddivise in più giorni). L'esigenza di questo tempo prolungato è stata, in passato, una delle principali cause che hanno contribuito alla

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

dismissione di questa tecnica di verniciatura dal mondo industriale dell'automobile. Un'altra caratteristica che contraddistingue l'acrilico termoplastico riguarda il punto di vista estetico: tende ad assumere nel tempo un effetto satinato, soprattutto se sono presenti particelle metallizzate, in quanto non è richiesta l'applicazione di uno strato trasparente lucido come nel caso delle moderne vernici bicomponenti (*Figura 8.1. e Figura 8.2.*).

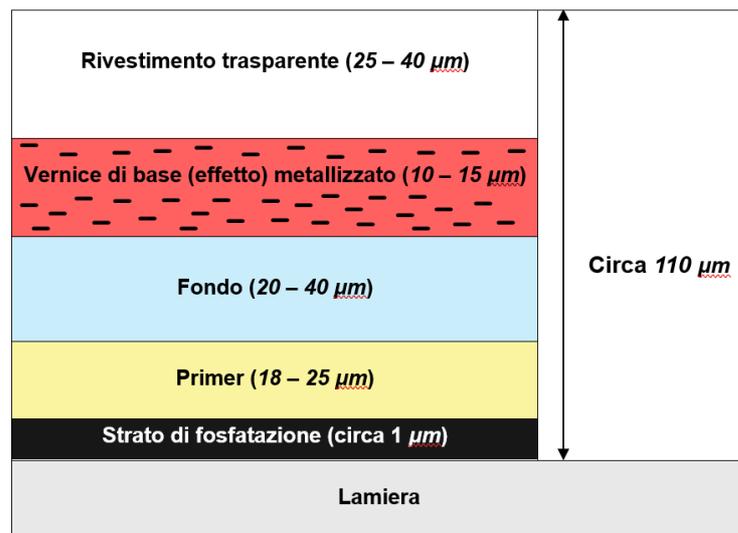


Figura 8.1. Schema semplificato di una verniciatura moderna, presente sulle auto oggi circolanti. Lo strato di rivestimento trasparente è basato su prodotti bicomponenti, ad alte resistenze chimiche. Questo ciclo di verniciatura conferisce un aspetto lucido completamente diverso da quello dell'epoca della *Cisitalia* ^[19].

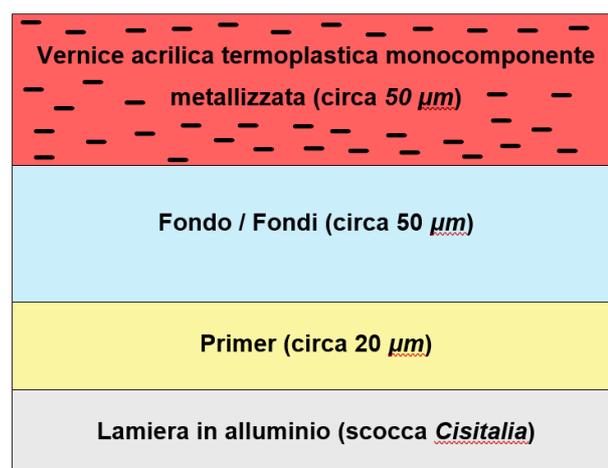


Figura 8.2. Ipotetico ciclo di verniciatura originale della *Cisitalia*. Le particelle di alluminio (effetto metallizzato indicato tramite trattini) vengono aggiunte all'interno della vernice acrilica monocomponente. L'effetto ottico finale si ottiene attraverso la lucidatura dello strato finale. Le resistenze chimiche sono più basse rispetto alle vernici bicomponenti moderne.

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

Nel caso di queste ultime, la luce incidente viene riflessa dalla superficie, andando a creare un "effetto specchio" (Figura 8.3.). Nel caso, invece, di prodotti acrilici termoplastici, la luce esterna viene diffusa all'interno dei pigmenti colorati che si trovano nel film deposto sopra la carrozzeria.

A tutto ciò contribuisce anche il fatto che nel caso di vernici metallizzate, all'interno di prodotti acrilici termoplastici è possibile raggiungere dimensioni finissime della grana delle particelle metalliche, fisicamente incompatibili all'interno delle moderne vernici all'acqua.

Inoltre, con il passare degli anni, l'acrilico termoplastico tende ad opacizzarsi e a ingiallire e si rendono necessarie lucidature con una cadenza di pochi anni l'una dall'altra.



Figura 8.3. Differenza tra vernice al solvente bicomponente con lucido trasparente finale (sulla sinistra, su scocca Porsche 356) e vernice monocomponente termoplastica (sulla destra, su pannello piano). Si nota come la riflessione della vernice bicomponente sia molto più nitida.

In fase di perizia, per comprendere se su un'automobile d'epoca è stata effettuata una verniciatura con l'impiego della vernice acrilica termoplastica, è sufficiente procedere sfregando un batuffolo di cotone bianco con una piccola quantità di pasta abrasiva sopra la carrozzeria: infatti, essendo assente lo strato finale di trasparente lucido, il batuffolo si sporcherebbe con tracce di pigmenti colorati dopo pochi passaggi.

La vernice acrilica termoplastica, rispetto alle vernici moderne, risulta più delicata. Non essendo presente il lucido trasparente protettivo, tende a rovinarsi e danneggiarsi con maggiore facilità nel caso in cui entri in contatto con agenti atmosferici, carburanti e altri agenti esterni

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

di vario genere. Inoltre, si degrada più velocemente con la luce del sole rispetto alle vernici moderne.

I prodotti acrilici termoplastici (caratteristiche riportate in *Tabella 8.1.*) presentano comunque un grande vantaggio: permettono dei ripristini e degli interventi di riverniciatura veloci rispetto alle vernici moderne.

Infatti, se il processo totale di verniciatura della carrozzeria è notevolmente lungo, nel caso di un danno localizzato è sufficiente andare a riverniciare nel punto d'interesse senza necessariamente riverniciare l'intero componente su cui vi è il danno.

Ciò permette anche di non smontare il componente e successivamente rimontarlo sulla carrozzeria. Lo strato nuovo riesce a depositarsi senza problemi sugli strati precedenti, ottenendo così, dopo carteggiatura e lucidatura, continuità visiva (se la miscela di colore è la stessa).

Nel caso, invece, di una vernice moderna bicomponente non si possono effettuare riparazioni e riverniciature in questo modo: è infatti necessario operare su tutto il componente per non avere discontinuità visive, riverniciandolo completamente.

POLIMERI ACRILICI TERMOPLASTICI	
Legame principale	carbonio – carbonio
Peso molecolare	Elevato (> 50.000 <i>u</i>)
Reticolazione	no
Gruppi principali	OH e COOH
Resistenza ai solventi	bassa
Resistenza chimica ad agenti esterni	bassa

Tabella 8.1. Sintesi delle principali caratteristiche dei polimeri presenti nelle resine acriliche termoplastiche ^[28].

Ciò che caratterizza le resine termoplastiche dal punto di vista chimico è l'alto peso molecolare.

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

Possono essere presenti anche gruppi *OH* oppure *COOH*, questi non vengono coinvolti in processi di reticolazione.

L'essiccazione avviene per semplice evaporazione dei solventi, lasciando uno strato solido di resina e pigmenti. In fase di applicazione è necessario regolare la viscosità e ottenere il giusto indice di evaporazione.

Questo si ottiene aggiungendo una opportuna miscela di solventi e diluenti. I solventi hanno polarità affine a quella della resina e sono quindi in grado di scioglierla.

I diluenti, invece, hanno generalmente una polarità opposta e quindi sono meno affini alla resina e vengono espulsi più rapidamente dal film.

Dopo quest'introduzione, necessaria per presentare brevemente l'acrilico termoplastico, si passa ora ad analizzare più nel dettaglio le fasi che hanno composto il processo di verniciatura che ha interessato la *Cisitalia 202 SMM*.

Innanzitutto, subito dopo le fasi di modellazione, prima di procedere con la verniciatura color argento, si è provveduto a verniciare le superfici interne (come, ad esempio, le superfici interne dei cofani, il vano motore e il vano portabagagli) di color nero opaco, utilizzando un prodotto a base solvente bicomponente (*Figura 8.4. e Figura 8.5.*).

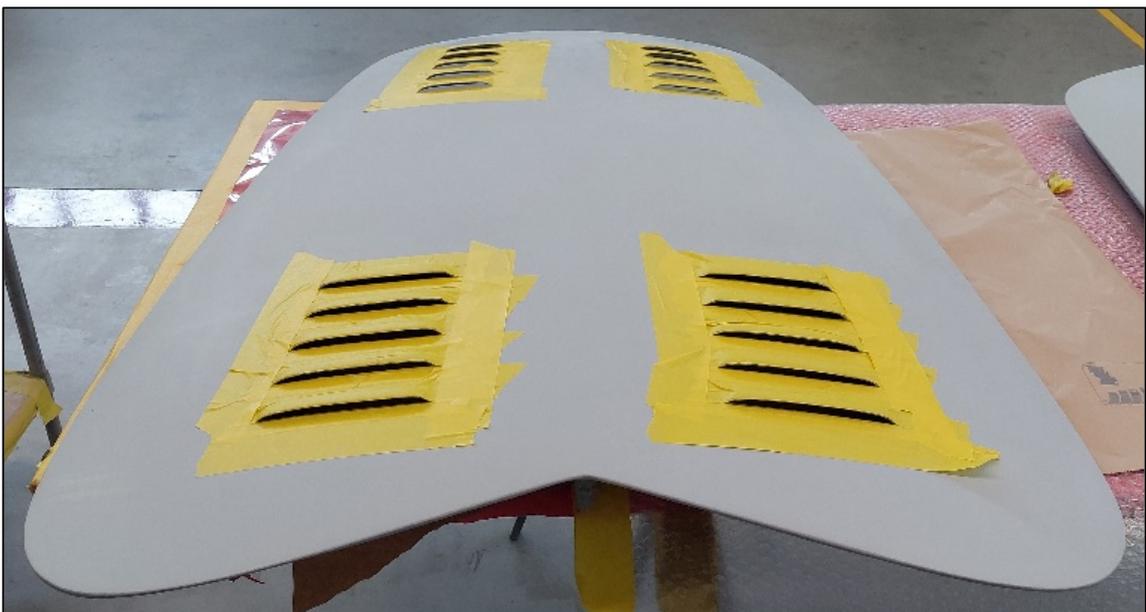


Figura 8.4. Mascheratura delle feritoie del cofano anteriore prima di ricevere il nero opaco sulla superficie interna.

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

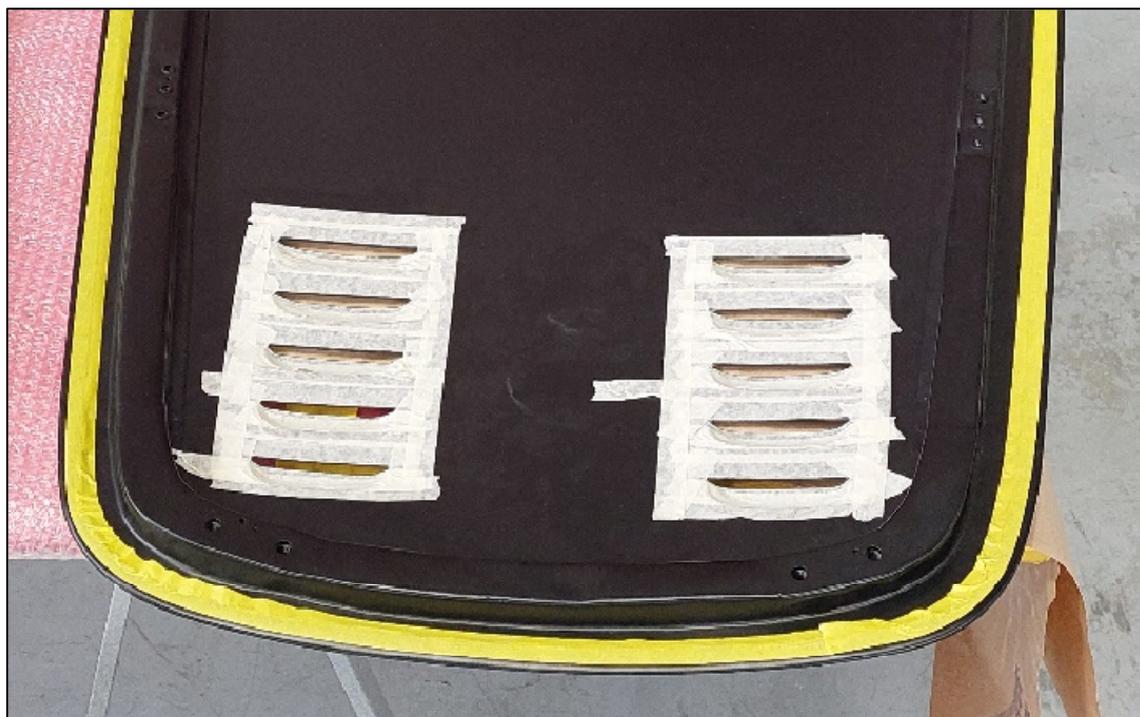


Figura 8.5. Mascheratura del cofano anteriore dopo l'applicazione del nero opaco prima di procedere con la verniciatura in acrilico termoplastico color argento: si è lasciato un bordo interno, delimitato dal nastro giallo, sul quale applicare il color argento.

Di seguito si elencano le fasi principali che hanno caratterizzato la verniciatura:

- Il processo si è avviato con la sgrassatura delle superfici della carrozzeria e il passaggio, di un fondo isolante nitrosintetico di colore grigio chiaro^[29], caratterizzato dall'utilizzo specifico per auto e moto storiche per isolare prodotti acrilici termoplastici (*Figura 8.6.*); a 20 °C ha richiesto un'essiccazione di 1 ora prima di procedere con una carteggiatura a umido (cioè con l'apporto di acqua) con carte *P800*^[31]. L'applicazione di questo fondo si è resa necessaria perché, durante la modellazione, primer e fondi impiegati erano dei prodotti bicomponenti, che avevano il compito di proteggere e ancorarsi saldamente al substrato, assicurando stabilità. Senza il fondo isolante, la successiva verniciatura non avrebbe trovato una base adatta e compatibile. Il fondo isolante ha assunto quindi una funzione di interfaccia tra prodotti chimicamente diversi, isolando gli strati di supporto e uniformando le superfici. In seguito alla carteggiatura si è passati a una pulitura per preparare le superfici per la verniciatura vera e propria.

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato



Figura 8.6. La *Cisitalia 202 SMM* subito dopo l'applicazione del fondo isolante.

Schematicamente la somma di tutte le operazioni svolte successivamente può essere sintetizzata nell'insieme di tre cicli di lavorazione. Ogni ciclo è composto dall'applicazione complessiva di 5 – 6 strati di vernice (quindi alla fine dei lavori la vernice è stata stesa sopra le superfici della carrozzeria circa 15 – 18 volte, in base alle zone considerata).

L'aerografo utilizzato era caratterizzato da un ugello di 1.5 mm . A causa della natura dei prodotti, non è stato possibile adottare un aerografo dotato di un serbatoio a gravità (posizionato in alto), altrimenti la parte solida sarebbe andata ad occupare quasi esclusivamente il fondo del serbatoio, con conseguenti problemi di verniciatura. È stato quindi necessario impiegare un aerografo ad aspirazione (*Figura 8.7.*).



Figura 8.7. Aerografo *Satajet H* con tazza sospesa in alluminio, simile a quello impiegato nella verniciatura della *Cisitalia* ^[31].

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

A causa di queste caratteristiche, l'acrilico termoplastico richiedeva di essere mescolato manualmente già prima di essere trasferito all'interno del serbatoio dell'aerografo: infatti, se lasciato fermo, il prodotto tendeva a suddividersi a causa della deposizione della parte solida verso il fondo del contenitore. Durante la verniciatura, la vernice acrilica termoplastica presente all'interno del serbatoio (volume pari a 1 L) dell'aerografo ad aspirazione ha ricevuto un'adeguata miscelazione grazie ai movimenti compiuti dal verniciatore durante l'applicazione sulle superfici della carrozzeria della *Cisitalia*. Il ventaglio dell'aerografo è stato regolato in modo che il getto avesse il diametro d'azione più ampio possibile.

- Si può affermare che la vernice, all'uscita dal tintometro, era composta essenzialmente per un 25% in peso da resina acrilica termoplastica e per la restante parte da pigmenti colorati e particelle metallizzate. Al fine della preparazione della miscela corretta per la verniciatura, è stato necessario aggiungere resina acrilica termoplastica (prodotto esclusivo *Lechler*) per raggiungere un rapporto in peso pari al 50%. In seguito, fondamentale è stato l'utilizzo di un viscosimetro, che in questo caso consisteva in una *coppa Ford* con orifizio calibrato di 4 mm di diametro e un volume di 100 ml (*Figura 8.8.*).

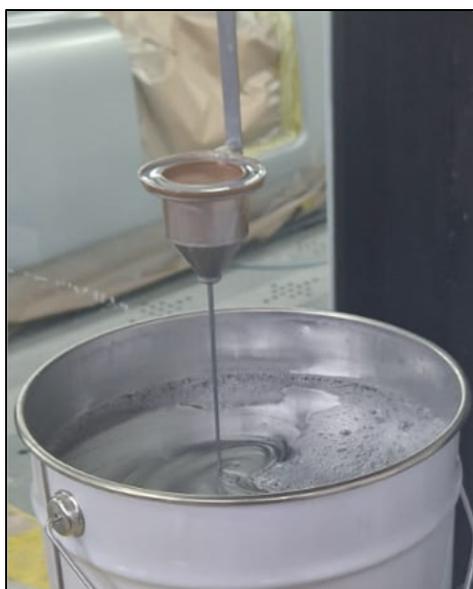


Figura 8.8. Verifica della viscosità tramite viscosimetro: si è misurato il tempo di efflusso totale tramite l'ausilio di un cronometro.

Il viscosimetro, in fase di misura, è stato totalmente riempito di vernice e successivamente si è proceduto al suo svuotamento tramite l'orifizio sul fondo. Cronometrando il tempo che

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

è servito per svuotare interamente il viscosimetro, si è stati in grado di determinare la viscosità suggerita dal produttore. Nel caso dei primi 2 cicli di verniciatura, con il viscosimetro in dotazione era richiesta una viscosità coincidente a un tempo di efflusso pari a 13 secondi, in quanto si richiedeva una miscela più ricca di pigmenti colorati (in gergo, si dice che i primi due cicli sono composti da “*mani di copertura*”). Inizialmente i tempi misurati erano superiori ai 13 secondi, perciò è stato necessario regolare la viscosità aggiungendo diluente universale ^[30] fino a raggiungere il tempo di efflusso desiderato.

- È stato eseguito il primo ciclo di verniciatura. Si spiega ora la tecnica di applicazione: il getto uscente dall'aerografo era dotato di una direzione perpendicolare alle superfici da verniciare, percorrendo prima una traiettoria orizzontale caratterizzata da movimenti destra – sinistra di andata e ritorno. Successivamente; restando ancora sulla stessa area ridotta d'azione, il verniciatore ha fatto assumere al getto una traiettoria verticale con traslazioni su – giù, sempre andata e ritorno. Questi movimenti che possono essere definiti a “*scacchiera*” (Figura 8.9.) sono stati effettuati su ogni singola superficie che si è voluta verniciare. Quindi, per stendere un singolo strato di questa tipologia di prodotto si rendono necessari molteplici passaggi. Dopo aver steso i primi 2 strati, si è atteso per 20 – 30 minuti alla temperatura ambiente di 20 C° per far evaporare la maggior parte del solvente: dopo questa pausa, non si è arrivati alla completa essiccazione. Si è successivamente ricominciato ad applicare i restanti 2 – 3 strati di vernice. Si è proceduto con l'essiccazione del primo ciclo ad una temperatura di 28 °C.

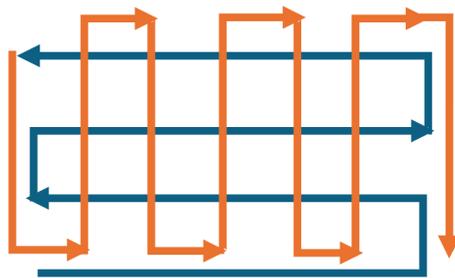


Figura 8.9. Semplificazione delle traiettorie percorse dal getto dell'acrilico termoplastico sopra una generica superficie per l'applicazione di uno strato.

- Prima di procedere con il secondo ciclo sono trascorse 12 ore. Gli strati del primo ciclo sono stati carteggiati manualmente ad umido impiegando carte dalla grana fine, pari a P1000, per

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

assicurare una superficie aggrappante per il ciclo successivo. È stato avviato il secondo ciclo di verniciatura, condotto in maniera analoga al ciclo precedente (*Figura 8.10.*).



Figura 8.10. La *Cisitalia* in seguito al secondo ciclo di verniciatura.

- Gli strati di copertura del secondo ciclo sono stati carteggiati con la stessa tecnica precedente, utilizzando però carte *P1200*. Per l'ultimo ciclo, si è richiesta l'aggiunta di resina acrilica termoplastica all'interno della miscela di verniciatura rimanente, fino a raggiungere un valore del 90% in peso: era necessario ottenere una viscosità pari a un tempo di efflusso di 12 secondi con il viscosimetro in dotazione (la regolazione della viscosità è sempre avvenuta tramite aggiunta di diluente universale). Per questo motivo, durante l'applicazione, è stato necessario mantenere una distanza più ravvicinata tra l'aerografo e le superfici della carrozzeria e i passaggi effettuati erano caratterizzati da una velocità più elevata. In questa fase c'era il rischio che la resina, presente in maggior quantità, potesse concentrarsi in alcune zone e creare macchie visivamente non accettabili. L'ultimo ciclo è stato caratterizzato da una carteggiatura a umido tramite carte *P1500* prima di procedere con la successiva lucidatura.

Nel complesso dei tre cicli (*Figura 8.11.*), sono stati applicati 25 L di prodotti per verniciatura totali.

8. Vernice Acrilica Termoplastica: Sperimentare l'Utilizzo di un Prodotto del Passato

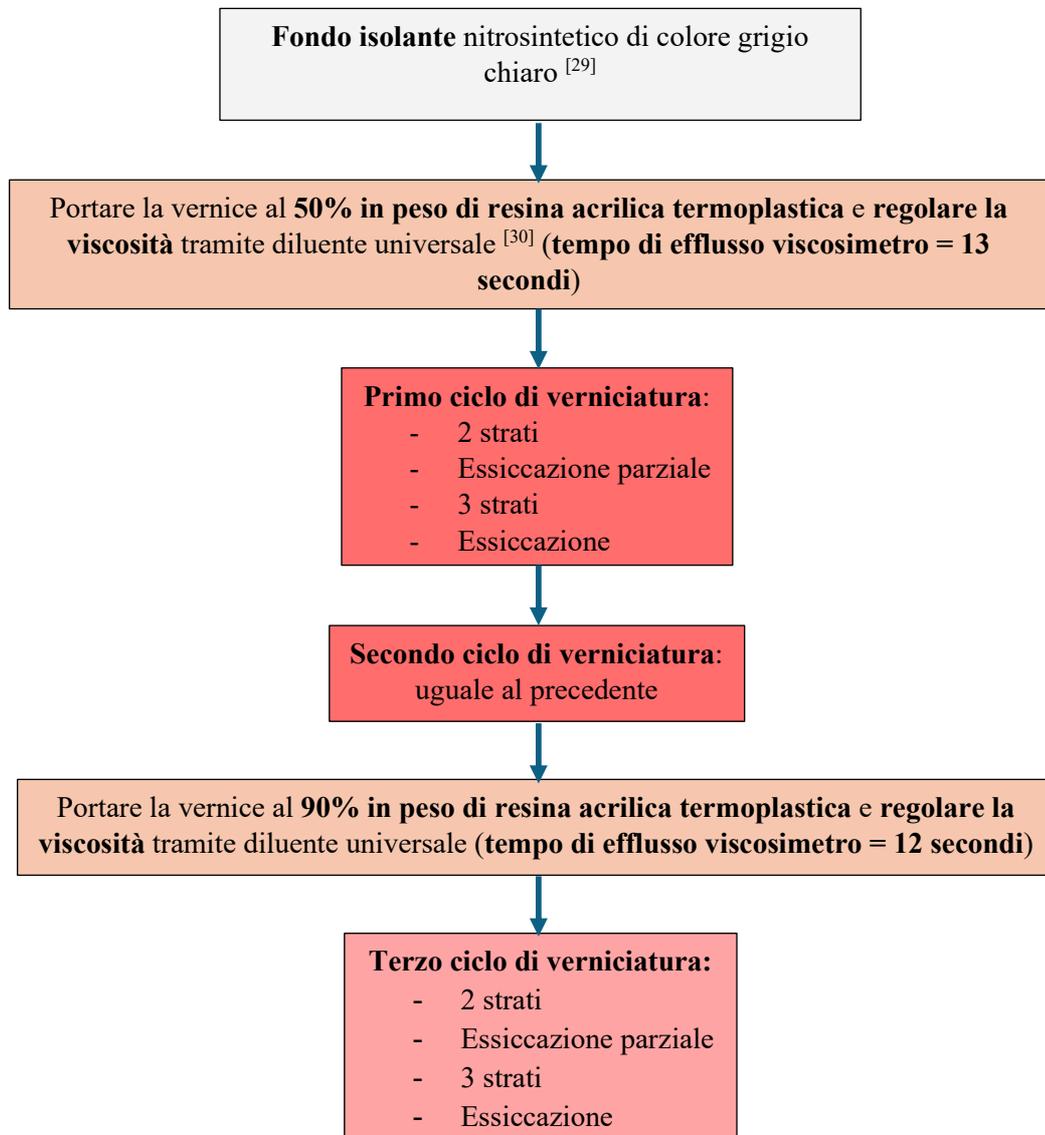


Figura 8.11. Riassunto schematico delle principali fasi di verniciatura in acrilico termoplastico.

9. FASI FINALI DEL RESTAURO

Portata a termine la verniciatura con l'acrilico termoplastico, fase caratterizzata dalla ricerca e dall'utilizzo sperimentale di nuovi materiali in grado di adattarsi maggiormente all'originalità di autovetture d'epoca, ci si è addentrati verso quelle fasi che sono coincise con il termine del progetto di restauro.

La *Cisitalia 202 SMM Nuvolari* è stata sottoposta a un tempo di essiccazione pari a circa 72 ore (a temperatura ambiente di circa 20 °C) prima di procedere con la lucidatura delle superfici verniciate. Nell'arco dell'essiccazione si è manifestata l'evaporazione dei solventi.

9.1. La lucidatura della vernice acrilica termoplastica

La fase di lucidatura si è resa necessaria in quanto, anche a valle di un processo di verniciatura di alta qualità, il prodotto, in seguito all'essiccazione, ha assunto sulla superficie esterna un andamento caratterizzato da una irregolarità (si usa dire che al tatto la superficie è “vellutata”) tale per cui si è manifestato un effetto opaco indesiderato e ben lontano dall'effetto satinato tipico e ricercato dell'acrilico termoplastico (*Figura 9.1.*).



Figura 9.1. Coperchi di copertura delle ruote posteriori notare la differenza tra componente lucidato e non ancora lucidato.

Pertanto, prima di avviare la fase di lucidatura, si è resa necessaria una carteggiatura manuale a umido dell'intera carrozzeria verniciata (escludendo le zone verniciate tramite *color nero opaco*) impiegando carte abrasive dalla grana progressivamente sempre più fine. In particolare:

- Si è adottata prima la grana *P1500*;
- Si è passati ad utilizzare la grana *P2000*;
- Infine, sono state adottate carte contraddistinte dalla grana *P3000*.

In seguito alla preparazione delle superfici tramite questo procedimento, si è potuto procedere alla lucidatura vera e propria.

È risultato di grandissima utilità l'impiego di una lucidatrice rotorbitante con platorello flessibile con velcro, con l'aggiunta di opportuni tamponi in spugna (montato sulla lucidatrice in *Figura 9.1.*), adatti per seguire i profili della carrozzeria (*Figura 9.2.*).

Anche durante la lucidatura, come nella precedente verniciatura in acrilico termoplastico, è stato possibile osservare movimenti che possono essere paragonati a quelli che vanno a costituire l'area di una "scacchiera".

Infatti, se ci si focalizza, ad esempio, sulla lucidatura del fianco sinistro, sono stati compiuti movimenti orizzontali atti a cospargere l'intera superficie d'interesse con i prodotti abrasivi e, in seguito, l'azione di frizionamento è stata condotta facendo assumere alla lucidatrice delle traiettorie verticali.



Figura 9.2. Lucidatrice rotorbitante, simile a quella impiegata nelle operazioni di lucidatura ^[32].

In ordine, sono state impiegate le seguenti tipologie di prodotti sulle superfici verniciate (*Figura 9.3.*), partendo da paste maggiormente abrasive per passare poi a prodotti più delicati, fino a giungere a creme che hanno ottimizzato la finitura:

9. Fasi Finali del Restauro

- Pasta mordente^[33];
- Pasta abrasiva fine^[34];
- Crema tipo *polish* ^[35].

Più i prodotti di lucidatura risultano abrasivi, più sono adatti per andare a levigare solchi profondi e di grande entità: sotto questo punto di vista si comprende, perciò, l'ordine d'impiego elencato, in quanto si è effettuata una lucidatura andando a levigare progressivamente le superfici in base al loro livello di rugosità.

Si potrebbe pensare di risparmiare sui prodotti lucidando, ad esempio, direttamente con una pasta abrasiva fine e impiegando semplicemente più tempo saltando così il primo passaggio. Potenzialmente è un'operazione che si potrebbe fare, ma non è consigliata, soprattutto per una lucidatura di una vernice acrilica termoplastica.

Infatti, durante il processo di lucidatura, le superfici sono soggette a scaldarsi in quanto l'intera operazione di levigatura delle imperfezioni si basa sull'attrito che si viene a formare tra tampone impregnato di prodotto abrasivo e l'area di azione da lucidare.

Nel caso di resine acriliche termoplastiche si potrebbero creare problematiche inerenti al riscaldamento: la vernice tende ad essere più sensibile all'abrasione della pasta che si usa nella lucidatura e di conseguenza potrebbero apparire degli aloni indesiderati.



Figura 9.3. Pasta abrasiva su fianco sinistro della *Cisitalia 202 SMM Nuvolari*.

A tal fine, infatti, nella lucidatura dell'acrilico termoplastico si cerca di mantenere il numero di giri più basso possibile della levigatrice e si tenta di diluire le paste abrasive tramite l'impiego

di opportuni prodotti ^[36], che vanno ad asportare calore, o in assenza di questi si può adoperare il più tradizionale gasolio.

Infine, si evidenzia che le zone più difficili da lucidare sono risultate quelle caratterizzate da angoli e spigoli, in quanto in quelle aree la vernice tende solitamente a formare un film più sottile rispetto alle superfici piane, poiché si deposita meno prodotto per una questione di conformazione geometrica.

Per questo motivo, se si conduce una lucidatura troppo invadente, si rischia di asportare uno strato eccessivo di vernice rispetto allo spessore effettivo di film che si è essiccato.

9.2. Montaggio finale

Giunti ormai quasi al termine dell'analisi del processo di restauro, non rimane che riportare all'interno di questa trattazione le ultime fasi di montaggio dei componenti (*Figura 9.4.*).



Figura 9.4. La *Cisitalia* predisposta per il montaggio dei componenti (numerati secondo l'elenco a pagina seguente).

Il montaggio è stata la fase in cui si sono verificati tutti gli accoppiamenti, rilevando se effettivamente tutti i passaggi precedenti erano stati eseguiti correttamente.

Anche queste sono state procedure che hanno richiesto un'elevata soglia di attenzione, in quanto, maneggiando componenti pesanti e verniciati, si rischiava di andare a danneggiare il

9. Fasi Finali del Restauro

film ottenuto in seguito alla verniciatura con la potenziale formazione di graffi e solchi in caso di interferenze.

In particolare, si annoverano i principali componenti montati (*Figura 9.4.*):

- 1.** I rivestimenti in alluminio dei tubi strutturali del telaio in prossimità dei vani porta con le relative modanature in alluminio lucidato;
- 2.** Le porte laterali;
- 3.** Il cofano anteriore del vano motore;
- 4.** Il cofano posteriore del vano baule;
- 5.** I coperchi di copertura delle ruote posteriori;
- 6.** I sedili;
- 7.** Le ghiera dei fari anteriori;
- 8.** I fari posteriori;
- 9.** La mascherina del vano radiatore;
- 10.** I due parabrezza;
- 11.** Le guarnizioni.

Al termine del montaggio, si è resa necessaria un'ulteriore finizione generale con il passaggio di crema *polish* sulle superfici di tutti i componenti della carrozzeria a vista, in quanto, precedentemente, la lucidatura era stata condotta separatamente andando ad agire sui singoli componenti.

Infatti, questa finizione generale serve a raggiungere un effetto uniforme di lucentezza, senza ottenere discontinuità ottica tra scocca e parti mobili.

Al termine di tutte queste operazioni di lucidatura, la carrozzeria era caratterizzata da una lucentezza e una brillantezza che andava ben oltre le aspettative di una verniciatura tramite acrilico termoplastico. Ma l'effetto satinato, tanto apprezzato dai collezionisti, si ottiene dopo circa alcune settimane.

Infatti, è necessario del tempo per ottenere la "*patina*" cercata, ovvero quel microscopico strato superficiale derivante dalla reazione delle resine acriliche con l'aria, che va ad assumere il ruolo del principale responsabile dell'effetto satinato desiderato. Con il tempo c'è un degradamento di questo effetto, portando la vernice ad assumere un aspetto più tendente all'opaco. Infatti, in media, la lucidatura della vernice acrilica termoplastica dovrebbe avvenire circa ogni 5 anni.

10. CONCLUSIONI

Per quanto riguarda il lavoro di tesi, sono stati portati a termine gli obiettivi presentati nell'introduzione, ovvero l'osservazione, la documentazione, l'analisi, lo studio e l'apprendimento, sotto il punto di vista teorico, delle principali tecniche impiegate durante il restauro, svolgendo anche ricerche storiografiche su aspetti tecnici dell'auto in questione. L'apporto concreto del lavoro di tesi si traduce così con la stesura di un documento che andrà a far parte della raccolta del *Centro di Documentazione del MAUTO*. Si auspica che tale documento possa essere preso come riferimento e guida per restauri di automobili di elevato interesse storico ed economico. Queste autovetture, come la *Cisitalia*, fanno parte del bagaglio culturale e tecnico nazionale ed internazionale dell'automobilismo e necessitano perciò di essere tutelate. Il documento è stato redatto anche nell'ottica di tramandare, nel limite del possibile, le conoscenze delle figure professionali specializzate come gli operatori presentati nella trattazione (ad esempio: lastratore, modellatore, verniciatore di prodotti acrilici termoplastici), che stanno diminuendo con il passare del tempo. Si può affermare che il mondo del restauro richiede flessibilità, ovvero quella capacità che permette di sperimentare e di risolvere in maniera innovativa i problemi che si pongono davanti. Essendo un mondo variegato, si rende necessaria anche la compresenza e la collaborazione di figure qualificate in ambiti diversi, che possono spaziare dai Beni Culturali all'Ingegneria. Si risalta, quindi, la necessità di competenze multidisciplinari e di un approccio trasversale.

Si può affermare che ogni automobile d'epoca dovrebbe essere analizzata come un oggetto singolo e unico, anche se il modello in questione è stato fabbricato in più esemplari. Questo perché nel corso degli anni, ogni vettura deve affrontare delle vicissitudini uniche che possono a lungo termine causare problematiche diverse. Essendo quindi l'oggetto del restauro unico nel suo genere, allora ogni progetto è caratterizzato da problematiche e operazioni risolutive diverse. Qui entra in gioco la ricerca, se necessario da condurre anche chiedendo il supporto di enti e/o aziende specializzate come, rispettivamente, il *Museo Nazionale dell'Automobile e Lechler S.p.A.*

La ricerca è essenziale per reperire informazioni tecniche e ingegneristiche prettamente utili ai fini del mantenimento dell'originalità dei componenti e dei materiali, come ad esempio la scelta della tipologia di prodotto da utilizzare in verniciatura e il colore della tinta. Risulta altrettanto importante (soprattutto per automobili rare e di interesse culturale, come la *Cisitalia*) riuscire a risalire il più possibile alle testimonianze dei vecchi proprietari, per essere in grado di

10. Conclusioni

autenticare il mezzo (in questo settore, infatti, non è affatto raro essere in presenza di cloni con lo stesso numero di telaio). Al fine di confermare le testimonianze raccolte, è risultato utile procedere con l'analisi tramite particolari strumenti e tecniche, come il microscopio digitale, lo spessimetro e la spettrofotometria *IR*.

I processi analizzati sono caratterizzati da lunghe durate. Il caso della *Cisitalia* è stato caratterizzato da una significativa rapidità dei lavori, riuscendo a portare a termine l'intero progetto in circa due mesi. Ma se fosse stato analizzato un restauro integrale di ogni singolo componente di un'automobile, le tempistiche sarebbero state nell'ordine dell'anno. Per questo, con operazioni così lunghe, è essenziale riuscire a snellire i passaggi, tramite attenta catalogazione dei componenti, utile anche nel non smarrire pezzi unici e insostituibili. Ma è importante anche la documentazione di ogni operazione, in particolar modo tramite mezzi fotografici, in modo tale da essere in grado di procedere con la stesura di relazioni tecniche per riportare il rendiconto delle operazioni eseguite che vanno a comporre progetti che spesso richiedono ingenti investimenti di denaro.

Si è notato che è altamente difficile riuscire ad eseguire un restauro che possa essere definito esclusivamente *conservativo*. Questo lo si comprende bene se si analizza la fase di verniciatura: è vero che è stato "conservato" il colore della *Cisitalia*, ma è comunque stato effettuato un processo che ha richiesto l'utilizzo di materiali contemporanei (comunque coerenti con le metodologie costruttive dell'epoca dell'automobile). Si è quindi sempre alla ricerca del giusto compromesso che possa portare a un risultato soddisfacente in base agli obiettivi che si pongono.

Altro punto interessante è il fatto che molti dei problemi che può presentare un'automobile non sono così chiari e visibili fin dall'inizio dei lavori. Infatti, nelle prime fasi è possibile avere solo un quadro generale delle problematiche, la maggior parte di esse si manifestano solo quando si va ad operare nella pratica, rimuovendo sporco e vecchi prodotti protettivi delle lamiere, svelando tutte quelle problematiche nascoste, come cricche e corrosione che non erano inizialmente visibili durante una visione preliminare della vettura.

L'analisi delle più importanti tecniche di restauro delle carrozzerie delle automobili si può concludere con la consapevolezza che si tratta di tecniche artigianali, che presentano una rilevante importanza culturale da tramandare e che affondano le basi nell'ingegneria dell'autoveicolo del passato, ma che non possono essere standardizzate in quanto assumono conformazioni diverse in base al problema specifico che si viene a presentare.

11. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

[1]	Dante Giacosa, <i>I miei 40 anni di progettazione alla Fiat</i> , Centro Storico Fiat, © Mariella Giacosa Zanon di Valgiurata, 1979. Ristampato nell'anno 2014 a cura di Fiat Group Marketing & Corporate Communication S.p.A..
[2]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Cisitalia», Wikimedia Foundation, ultima modifica 30 agosto 2023. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Cisitalia
[3]	Giulia Dusio, Relatore Prof. Paolo Giaccaria, Correlatore: Prof.ssa Caterina Saracco, « <i>CISITALIA Araba Fenice tra poesia e tecnica</i> », Anno accademico: 2020/2021, Università degli Studi di Torino.
[4]	Informazioni e fotografie provenienti dal volume a firma di Nino Balestra, <i>CISITALIA. Una storia di coraggio e passione</i> , Giorgio Nada Editore, 2016.
[5]	Editoriale Internazionale Milano S.p.A.. Concessionaria per la pubblicità: Editoriale Domus S.p.A., articoli "Breve la vita felice della Cisitalia (Nino Balestra)" e "«Spyder Nuvolari» millecento d'avanguardia (G.P.)", <i>Ruoteclassiche</i> , pp. 54 - 65, Maggio 1988.
[6]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Cisitalia 360», ultima modifica 30 agosto 2023. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Cisitalia_360#/media/File:Porsche_Museum_150.jpg
[7]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Cisitalia 202 Spyder Mille Miglia», Wikimedia Foundation, ultima modifica 15 aprile 2023. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Cisitalia_202_Spyder_Mille_Miglia
[8]	Fonti, informazioni e fotografie provenienti dalle ricerche e dalle raccolte dell'Archivio del Centro di Conservazione e Restauro del Museo Nazionale dell'Automobile, tra cui: https://www.vivenaqui.com.ar/esp/voltres_2.php?fbclid=IwAR0p98eqcnxo7tIWgTACm2Oap_Sw42KCUCB4GcaYix40kuO8l3zNnzT0jnQ

11. Bibliografía e Sitografía

“Sergio Lugo Podestà, *"Cisitalia 202 En Sudamérica"*, Bonvivant. 2019, Buenos Aires, Argentina ”

https://vivenaqui.com.ar/eng/voltres_2.php

<https://www.vivenaqui.com.ar>

<https://www.facebook.com/clubautosport>

<https://www.facebook.com/photo?fbid=818444600329401&set=pcb.818444640329397>

<https://www.facebook.com/groups/191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10231210076224755&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10231157108900605&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10230620613368552&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10228491156077954&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229623018029292&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10230540009589491&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229358911226787&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229358894466368&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10221931262780218&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229349052180317&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10162191106077079&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2189060524441492&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229304298901513&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229300038154997&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229275584423669&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229275577943507&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229264088616281&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229264076735984&set=g.191017528300702>

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229264060055567&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=6507721692584703&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229241486771249&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229231468760805&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229223930012341&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229358890466268&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229357492391317&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10225737333369604&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229352356062912&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229349055180392&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10221937167472068&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1058292567889602&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/173797709.../posts/559959660858751/>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10218155247766500&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10218155247366490&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10218155246846477&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2189061197774758&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2189060821108129&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2189060524441492&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=2189060301108181&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10213453765931321&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10215224283949939&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1625586311224145&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229211916792018&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229204743092680&set=g.191017528300702>
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229199982693673&set=g.191017528300702>

11. Bibliografia e Sitografia

	<p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229196551647899&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229186987048790&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10229186203509202&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10227384736027978&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10227384735347961&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10227421679517205&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10227337174604635&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10227305704737908&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10227013379309955&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=1494570774261777&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10225045708590794&set=g.191017528300702</p> <p>https://www.facebook.com/photo/?fbid=10224488191701843&set=g.191017528300702</p> <p>http://www.retrovisiones.com/.../recuerdos-aeroespaciales/</p>
[9]	<p>Stefano Coluccia, Relatore Prof. Giorgio Scavino, «Trattamenti industriali anticorrosivi per la carrozzeria delle automobili (Adottati a partire dal boom economico)», Prova Finale di Laurea in Ingegneria Meccanica, Politecnico di Torino, Anno accademico 2020-2021. In particolare, si fa riferimento alle seguenti fonti:</p> <ul style="list-style-type: none">- A. Post Baracchi e A. Tagliabue, «<i>Fondamenti di Chimica</i>», Torino: Lattes Editori, 2010.- William D. Callister Jr. - David G. Rethwisch, «<i>Scienza ed Ingegneria dei Materiali</i>», Napoli: EdiSES S.r.l, 2019.- Adriano Sacco, «<i>CHIMICA</i>», Bari: Adriatica Editrice, 1980.- C. Cercone De Lucia - L. Beltrami - E. Lotti, «<i>Tecnologia Meccanica</i>», Volume Secondo, Città di Castello: Società Editrice Dante Alighieri, 1973.- C. Bettonte, «<i>L'Alluminio e le sue leghe</i>», 2002. [Online]. A disposizione al link: https://web.archive.org/web/20141015075302/http://www.ing.unitn.it/~colombo/aboratorio/cap1.htm.

	- Galliani Metalli, « <i>Leghe di alluminio</i> », 14 marzo 2008. [Online]. A disposizione al link: http://www.gallianimetalli.com/reparti_alluminio.php .
[10]	Seritarghe srl, «PASSIVAZIONE ALLUMINIO», 2020. Disponibile Online: https://seritarghe.it/portfolio/passivazione-alluminio/#:~:text=La%20passivazione%20dell'alluminio%20%C3%A8,e%20la%20durevolezza%20nel%20tempo
[11]	Direct Industry, «What is the difference between passivation and anodising of aluminium alloys ? », 2024. Disponibile Online: https://trends.directindustry.it/hlc-metal-parts-ltd/project-242369-1148572.html
[12]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Anodizzazione», Wikimedia Foundation, ultima modifica 5 giugno 2024. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Anodizzazione
[13]	Geass Documentazione - Manuale d'uso Byk-Gardner Byko Test 4500, «Istruzioni d'uso Byko-Test 4200 / Byko-Test 4500», Disponibile Online: https://www.geass.com/wp-content/uploads/filebase/Manuale_Byk-Gadner-Spessimetro_Byko-test_4500-4200_geass.pdf
[14]	Wikipedia, l'enciclopedia libera, «Spettroscopia infrarossa», Wikimedia Foundation, ultima modifica 6 febbraio 2024. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Spettroscopia_infrarossa#:~:text=La%20spettroscopia%20infrarossa%20o%20spettroscopia,lo%20studio%20dei%20legami%20chimici
[15]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Numero d'onda», Wikimedia Foundation, ultima modifica 2 aprile 2024. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Numero_d%27onda
[16]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Trasmittanza», Wikimedia Foundation, ultima modifica 20 febbraio 2024. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Trasmittanza

11. Bibliografia e Sitografia

[17]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Resina epossidica», Wikimedia Foundation, ultima modifica 5 dicembre 2023. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Resina_epossidica
[18]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Poliuretano», Wikimedia Foundation, ultima modifica 22 dicembre 2023. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Poliuretano
[19]	Ulrich Poth und Bodo Müller, Coatings Formulation, An International Textbook. 3rd Completely Revised Edition, European Coatings Library, © 2017 Vincentz Network GmbH & Co. KG, Hanover.
[20]	Wikipedia, l'enciclopedia libera. «Carta abrasiva», Wikimedia Foundation, ultima modifica 6 maggio 2024. Disponibile Online: https://it.wikipedia.org/wiki/Carta_abrasiva
[21]	RUPES, «RUPES_Catalogo-2024_IT.pdf», 2024. Disponibile Online: https://www.rupes.com/catalogue/2024/RUPES_Catalogo-2024_IT.pdf
[22]	3M Italia srl, «3m-random-orbital-sanding-guide-italian.pdf», 2024. Disponibile Online: https://multimedia.3m.com/mws/media/2124646O/3m-random-orbital-sanding-guide-italian.pdf
[23]	Un marchio di Axalta Coating Systems, «Stadox Soft Stopper U1090», Disponibile Online: http://sdstds.sxcolor.info/Doc/TDS/IT/IT%20212.pdf
[24]	PimpShop, «Primer e Fondi», Disponibile Online: https://www.pimpshop.it/blog/news/primer-e-fondi#:~:text=Il%20primer%20si%20%E2%80%9Cancora%E2%80%9D%20sulla,e%20protezione%20di%20una%20superficie
[25]	LECHLER S.p.A., «04384 - EPOFAN PRIMER R-EC GRIGIO. Scheda Tecnica n° 0197-I», Disponibile Online: https://portal.lechler.eu/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?EntryId=37631&Command=Core_Download

[26]	LECHLER S.p.A., «04210 - POLYFAN RUSH. Scheda Tecnica n° 0292-I», Disponibile Online: https://portal.lechler.eu/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?EntryId=132574&Command=Core_Download
[27]	LECHLER S.p.A., «04702 - 04706 - 04710 MACROFAN HS HIGHFILLER. Scheda Tecnica n° 0547-I», Disponibile Online: https://portal.lechler.eu/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?EntryId=121822&Command=Core_Download
[28]	I. Werner J. Blank, King Industries, Inc. " <i>Polymer Fundamentals for Coatings</i> ", Science Road, Norwalk CT. 06852. werner@wernerblank.com
[29]	LECHLER S.p.A., «05548 - MONOFILLER. Scheda Tecnica n°0225-I», Disponibile Online: https://portal.lechler.eu/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?EntryId=132695&Command=Core_Download
[30]	LECHLER S.p.A., «00742 Thinner Autorefinishing Standard-Slow», Disponibile Online: https://www.lechler.eu/it/home/news/artmid/3450/articleid/1232/00742-thinner-autorefinishing-standard-slow
[31]	Oberflächentechnik Seelmann e.K., «Sata SATAjet H ugello 1.5EH 1,0 l tazza sospesa in alluminio (23721)», Disponibile Online: https://ots-store.com/Sata-SATAjet-H-ugello-15EH-10-l-tazza-sospesa-in-alluminio-23721?b2b_switch=res
[32]	milwaukeeetool.eu, «AP 14-2 200 E Lucidatrice 1450W», Disponibile Online: https://casadafare.com/wp-content/uploads/crop/schede_tecniche/4933432800_tec.pdf?_gl=1*11bj1x7*_up*MQ..*_ga*MTg2MjkwNjQ4OC4xNzIwMzY0OTIy*_ga_XCP1K5XLBR*MTcyMDM2NDkxOS4wLjAuMTcyMDM2NDkxOS4wLjAuMA..&gclid=Cj0KCQjw-ai0BhDPArisAB6hmP5XITUwoB1U7ZEGgEqDOGvgW6RVA5DidL2QjhSb6jjLsaKpxnb6HQMaaqDXEALw_wcB

11. Bibliografia e Sitografia

[33]	Waga Paint, «Gelson Pasta Abrasiva Super Mordente 1010 Nera 250ML – 40065», Disponibile Online: https://wagapaint.it/prodotto/pasta-abrasiva-supermordente-40470/
[34]	3M, «Pasta abrasiva fine 3M™ Perfect-It™, 1 l, 09375», Disponibile Online: https://www.3mitalia.it/3M/it_IT/p/d/b40065601/
[35]	D'Ambrosio srl., «EPIC FINISHING DUTY – PASTA ABRASIVA PER FINITURA – 250ML», Disponibile Online: https://dambrosiosrl.it/prodotto/epic-finishing-duty-pasta-abrasiva-per-finitura-250ml/
[36]	Corcos® srl, «736 Dilucor», Disponibile Online: https://www.corcosautomotive.com/products/prodotti-chimici/736-dilucor/