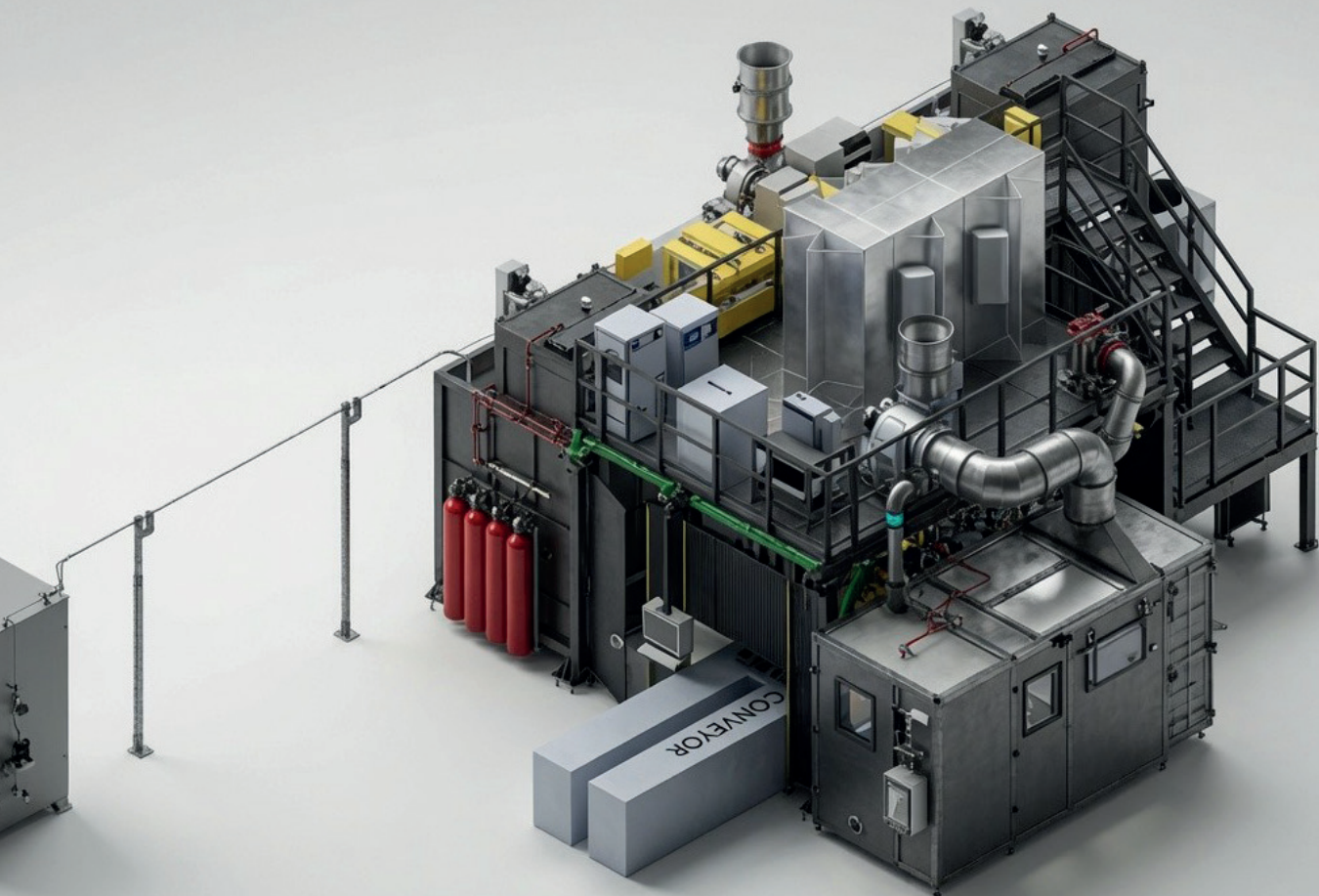




TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE | PLANT TECHNOLOGY

Intervista a: *Gregoria Fava e Alex Buzzi, Tecnofirma*

IMPIANTO COMPATTO E FLESSIBILE PER IMPREGNAZIONE E VERNICIATURA MOTORI ELETTRICI

*COMPACT AND FLEXIBLE PLANT
FOR IMPREGNATION AND COATING OF ELECTRIC MOTORS*

Un processo totalmente automatico e ad alta flessibilità per l'impregnazione e la verniciatura di motori elettrici, in fase finale di messa a punto per le prove di preindustrializzazione alla presenza dei tecnici di un importante produttore di mezzi di lavoro internazionale. Gli elementi caratteristici della tecnologia. ■ A completely automated and flexible process for impregnation and coating of electric motors, in the finalizing phase for pre-industrialization tests carried out in the presence of technicians of an important international manufacturer of working equipment. The following are the elements that characterize the technology.



Lavaggio, verniciatura industriale, impregnazione (o resinatura) statori: sono le tre specializzazioni di Tecnofirma, multinazionale italiana dell'ingegneria applicata ai trattamenti delle superfici. Oggi referente internazionale per le esigenze produttive di motori elettrici, sia per il settore *automotive*, sia per la *general industry*, l'azienda sta completando la messa a punto di un nuovo impianto, completamente automatico, per effettuare l'impregnazione e la successiva verniciatura di motori elettrici, che installerà negli USA dopo la sessione di validazione che sarà condotta pochi giorni dopo la nostra visita nella sede di Monza dell'azienda. Con il supporto organizzativo di Giovanna Goi, responsabile comunicazione e del sistema di gestione per la qualità dell'azienda, abbiamo avuto l'opportunità di conoscere gli elementi caratteristici dell'impianto intervistando Gregoria Fava, *project manager* di Tecnofirma e responsabile per questo interessante progetto, e Alex Buzzi, *Head of Project Management*.

In apertura: Render dell'impianto completo di impregnazione e verniciatura motori elettrici progettato e prodotto da Tecnofirma

Opening image: Render of the complete electric motor impregnation and coating system designed and manufactured by Tecnofirma

1 – Gregoria Fava e Alex Buzzi, Tecnofirma

2 – Vista generale della macchina d'impregnazione e verniciatura

General view of the impregnation and coating machine

Washing, industrial coating, stator impregnation (or resination): these are Tecnofirma's specialties, an Italian multinational company focused on surface treatments. Today, operating as an international point of reference for the production needs of electric motors, both for the automotive sector and the general industry, the company is finalizing a new plant, completely automated, for electric motor impregnation and subsequent coating, which will be installed in the USA after a validation session that will be carried out a few days after our visit to the Tecnofirma facility in Monza.

With the organizational support of Giovanna Goi, communications manager and quality management system head of the company, we had the opportunity to come to know the characteristic elements of the plant by interviewing Gregoria Fava, Tecnofirma's project manager and the head of this interesting project, and Alex Buzzi, head of project management.



«Rispetto agli impianti che abbiamo installato per motori automotive - inizia Gregoria Fava - in questo caso abbiamo potuto semplificare alcuni concetti, mantenendo l'architettura generale dei nostri sistemi: completa automazione e controllo di processo, tracciabilità - tutti i nostri impianti sono *i4.0 ready* - e sicurezza operativa. Anche per quest'impianto effettueremo, tra qualche giorno, il pre-collauda nel nostro laboratorio, alla presenza del personale del cliente. Quando richiesto, realizziamo anche una pre-produzione in laboratorio, per validare funzionamento, cicli, prestazioni secondo progetto.

Accanto all'impregnazione abbiamo integrato la fase di verniciatura, in un'unica installazione compatta - anche in questo caso sfruttando nel modo migliore gli spazi messi a disposizione dal cliente - ottimizzando i rispettivi tempo ciclo. Infine, abbiamo progettato una macchina molto flessibile, capace di riprogrammarsi in tempo reale per processare rotor di dimensioni diverse, 2 diametri differenti e, per ciascuno di essi, lunghezze differenti. In definitiva, poco meno di 30 diversi modelli di motori prodotti dal cliente, che così può coprire tutta la gamma installata sulle sue macchine».

AUTOMAZIONE ROBOTIZZATA FLESSIBILE

«Sotto il profilo progettuale - prosegue Gregoria Fava - la sfida principale è stata quella della ge-

3 - L'impianto è completamente gestito da robot antropomorfi.

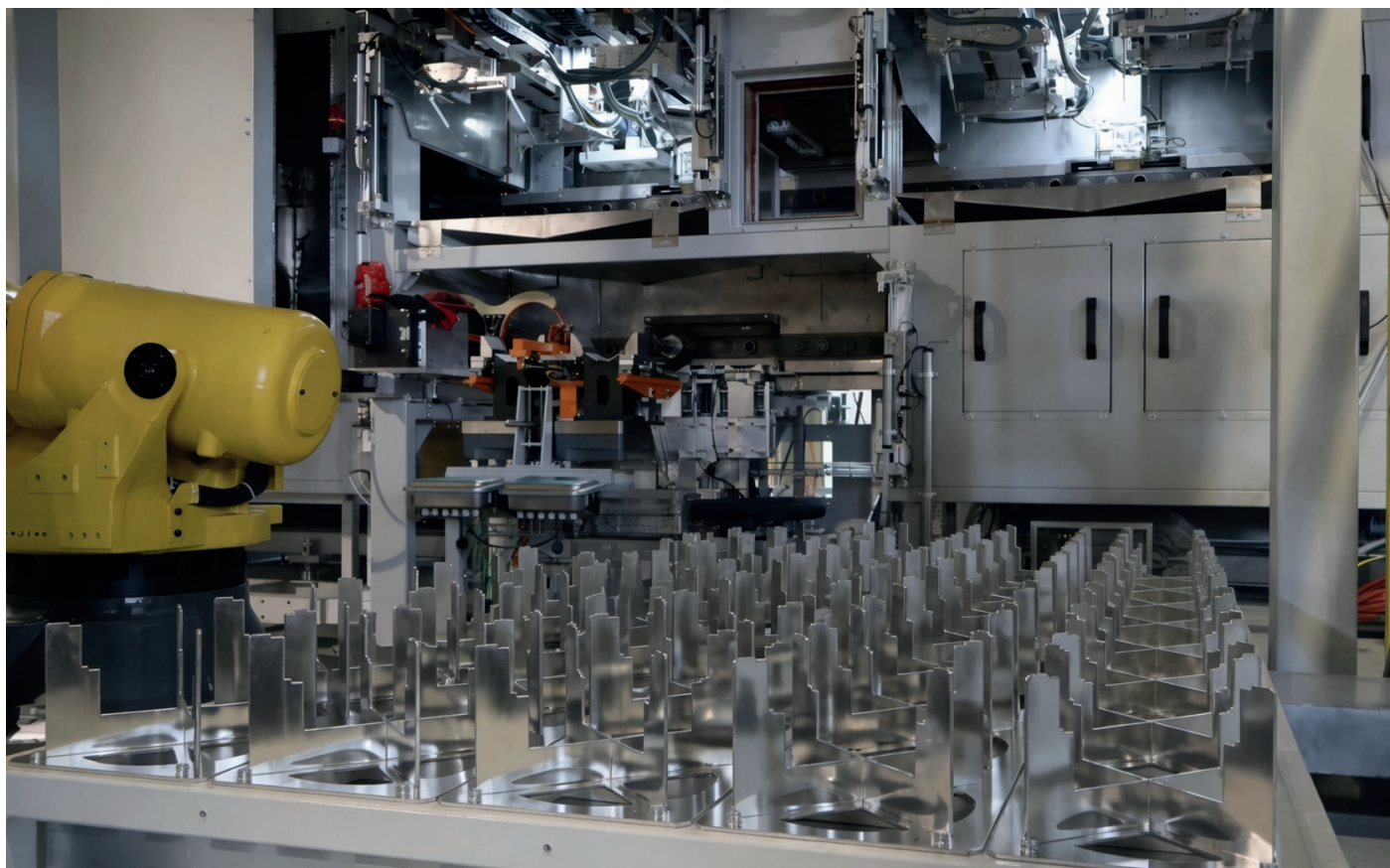
The system is fully operated by anthropomorphic robots.

«Compared to other plants we have installed for automotive motors - Gregoria Fava begins - in this case, we could simplify some concepts, maintaining the general structure of our systems: complete automation and process control, traceability - our plants are all *i4.0-ready* - and operational safety. For this plant, too, we will carry out, in a couple of days, the pre-testing in our laboratory, in the presence of the client's personnel. When requested, we also carry out a pre-production in our laboratory, in order to validate its functioning, cycles, performance based on the project.

We integrated the coating phase alongside impregnation into a single compact installation - in this case, we made the best use of the spaces the client had available - optimizing the respective cycle times. Finally, we designed a very flexible machine, able to reprogram itself in real time in order to process different-sized rotors, of two different diameters and, for each of them, different lengths. In the end, the system can cover almost 30 different motor models produced by the client, who can cover the entire range installed on his machines».

FLEXIBLE, AUTOMATED ROBOTIZATION

«From a design standpoint- continues Gregoria Fava - the main challenge was to manage different diameters, something that has implications for every phase of the process.



stione dei differenti diametri, che ha implicazioni su tutte le fasi di processo.

Il *software* che gestisce l'intero processo riconosce tipo e geometria dello statore mediante misurazione visiva e peso. I pezzi arrivano alla zona di carico della macchina su trasportatore a tappeto installato dallo stesso cliente. Qui un robot manipolatore su cui è installata una telecamera riconosce visivamente il diametro, preleva il pezzo in arrivo e lo posiziona su una bilancia. Forma e peso caratterizzano i differenti statori. Individuati i pezzi, il *software* procede alla predisposizione del programma corretto, specifico per ciascun pezzo, mentre, naturalmente, gli statori già in fase d'impregnazione/verniciatura proseguono il loro iter».

CICLI

«Indipendentemente dalle differenti ricette (ogni famiglia di statori ha una sua "ricetta"), le fasi del processo - spiega Gregoria Fava - sono le seguenti:

- preriscaldamento dello statore mediante induzione e successivo inserimento in forno di omogeneizzazione delle temperature. Nel caso di questo processo la resinatura richiede temperature comprese tra i 110 e i 120 °C (dipende dalla resina impregnante utilizzata dal cliente). L'impianto può portare i pezzi a temperature superiori, fino ai 180 °C

4 - Il buffer di raffreddamento e trasferimento da impregnazione a verniciatura

The cooling and transfer buffer from impregnation to coating

The software that manages the entire process recognizes the type and geometry of the stator through visual and weight measurement. The parts arrive at the machine's loading area on a belt conveyor installed by the client. Here, a robot manipulator with an installed camera recognizes visually the diameter, collects the arriving part and places it on a scale. Shape and weight characterize the different stators. Once the parts are identified, the software proceeds to set up the correct program, specific to each piece while, naturally, the stators that are already in the impregnating/coating phase continue their path».

CYCLES

«Independently of the different formulations (every stator family has its own "recipe"), the process phases - explains Gregoria Fava - are the following:

- pre-heating of the stator via induction and subsequent placing in the temperature homogenization oven. In the case of this process, resination requires temperatures between 110 and 120 °C (depending on the impregnating resin used by the client). The plant can carry higher-temperature parts, up to 180 °C
- resin pouring into a double impregnating station. The double station (where the IR emitters positioned in the transit between the stations maintain the mentioned temperatures)

□ calata della resina in una doppia stazione di resinatura. La stazione doppia (nel transito tra una e l'altra sono collocati degli emettitori IR capaci di mantenere le temperature sopradette) consente di mantenere i tempi corretti di penetrazione della resina nello statore

□ cottura in forno e pesatura. La differenza di peso, ovvero la quantità di resina assorbita dallo statore, è l'indicatore principale della qualità del processo.

□ scarico, robotizzato, e collocazione in apposito magazzino di raffreddamento e interscambio con la cabina di verniciatura. Il robot manipolatore colloca gli statori provenienti dalla pesata secondo criteri predefiniti (o in zona di segregazione per gli statori che non passano). In questa zona il calcolo delle curve di temperatura e raffreddamento, in funzione delle masse degli statori, gestiscono i ventilatori posti alla base del magazzino».

«Una volta raggiunta la temperatura prestabilita - interviene Alex Buzzi - in questo caso, tra i 60 e i 70 °C, il robot manipolatore riprende e posiziona su un trasformatore lineare lo statore, che entra nella cabina di verniciatura (Atex) e viene posto in rotazione davanti a un robot antropomorfo, che a sua volta ha ricevuto dal PLC di gestione dell'impianto il programma relativo al modello del rotore che deve verniciare. La cabina, robotizzata, a secco, è posta a breve distanza. In questo caso si applicano vernici (monocolore) ad acqua, che essiccano sfruttando il calore residuo del pezzo. Tuttavia, per ragioni di sicurezza (qualora il cliente decidesse di cambiare la vernice), cabina, robot, sistema di applicazione rispondono ai criteri Atex.

Non tutti gli impianti di questo tipo si concludono necessariamente con una fase di verniciatura (in campo automotive abbiamo prodotto impianti con una "sigillatura" delle code dei pin mediante polveri applicate per immersione in letto fluido). In questo caso la verniciatura risponde a una esigenza estetica del cliente, i cui motori sono in molti casi esposti alla vista».

AUTOMAZIONE ROBOTIZZATA

L'impianto effettua un ciclo completamente automatico, come da richiesta espressa dal cliente, che arriva da esperienze precedenti, manuali, che desiderava eliminare completamente.

«Qui tutta la manipolazione viene effettuata da un solo robot antropomorfo - riprende Gregoria Fava - dotato di "pinza" ad espansione (per agganciare statori di differenti diametri e lunghezze), e la verniciatura da un secondo robot antropomorfo. Grazie alla totale gestione via PLC,

makes it possible to maintain the correct penetration times of resin in the stator,

□ oven curing and weighing. The difference in weight, meaning the quantity of resin absorbed by the stator, is the main indicator of process quality;

□ robotized unloading and placement in a specific cooling-down warehouse for interchange with the coating booth. The robot manipulator places the stators coming from the weighing stations based on predefined criteria (or in separated areas for non-passing stators). In this area, the calculation of the temperature and cooling down curves, based on the stators' mass, controls the fans located at the base of the warehouse».

«Once the preestablished temperature is reached - Alex Buzzi intervenes - in this case, between 60 and 70 °C, the robot manipulator picks up and positions the stator on a linear transfer system, which then enters the coating booth (Atex) and is placed in rotation in front of an anthropomorphic robot, which receives the program relating to the rotor model to be coated from the PLC managing the plant. The robotized dry booth is located nearby. In this case (single-colored) water-based coatings, which dry thanks to the residual heat of the part, are applied. However, for safety reasons (should the client decide to change the coating), the booth, robot and application system correspond to Atex criteria.

Not all plants of this kind necessarily end with a coating phase (in the automotive sector, we produced plants with a sealing of pin ends through powders applied via immersion in a fluid bed). In this case the coating responds to an aesthetic need of the client, as motors are often in sight».

ROBOTIZED AUTOMATION

The plant carries out a completely automatic cycle, as the client expressly requested, which stems from previous manual experiences, which they wished to eliminate completely.

«Here, every manipulation is made by one anthropomorphic robot - Gregoria Fava intervenes - equipped with an expanding clamp (to hook stators with different diameters and sizes), and the coating by a second anthropomorphic robot. Thanks to the complete PLC management, we developed an entirely automated machine, without any manual interventions needed: the integrated systems automatically carry out the visual recognition of the different stators, their weighing, the recirculation and control of resin/coating viscosity through volumetric pumps. Suitable probes monitor the critical temperature,



abbiamo sviluppato una macchina interamente automatica e priva di interventi manuali: i sistemi integrati eseguono autonomamente il riconoscimento visuale dei diversi statori, le pesature, il ricircolo e il controllo della viscosità di resine e vernici tramite pompe volumetriche. Idonee sonde monitorano i parametri critici di temperatura, umidità e pressione (sia in marcia che nei fermi impianto), riducendo il ruolo del tecnico a una sola e attenta supervisione per verificarne il corretto funzionamento globale.

Anche la fornitura della resina è indipendente dal funzionamento del processo: il circuito resina della macchina ha a disposizione un serbatoio termostato indipendente, che richiama automaticamente la resina, quando scende al di sotto del livello prestabilito, da un serbatoio maggiore, gestito quest'ultimo dal fornitore della stessa resina.

Tutte le macchine di servizio (elaboratore elettronico, *chiller* e così via) sono collocate ordinatamente al piano superiore dell'impianto, in questo modo la superficie occupata è contenuta

5 – La cabina di verniciatura *The spray booth*

humidity and pressure parameters (both in machine uptime and downtime), reducing the role of the technician to the sole, focused supervision of the plant to verify its correct global functioning.

Even the resin supply is independent of the process functioning. The resin circuit of the machine has an independent, thermostated tank, which automatically draws the resin when it falls below a prearranged level from a bigger tank, managed by the resin supplier.

All the machines in service (electric computer, chiller and so on) are tidily collocated on the plant's upper story, so that the occupied floor space is reduced [we calculated around 50 m² during our visit, editor's note] and easily accessible for maintenance operations, without interfering with the typical process areas».

TRAINING AND START-UP

«Training and start-up are key factors to obtain the optimal production from our plants - continues our interlocutor - from a quality and cost op-



[abbiamo calcolato circa 50 m² durante la nostra visita, ndr] e facilmente accessibile per le operazioni di manutenzione, senza interferire con le zone tipiche del processo».

FORMAZIONE E AVVIAMENTO

«Formazione e avviamento sono fattori chiave per ottenere dai nostri impianti la produzione ottimale - continua la nostra interlocutrice - dal punto di vista qualitativo e dell'ottimizzazione dei costi. Si tratta di impianti flessibili, ma che effettuano processi complessi e tecnologicamente innovativi. Lavoriamo con produttori di motori sia termici che elettrici.

Tutta la nostra esperienza accumulata in questi anni ci permette di affrontare con professionalità il tema della formazione del personale del cliente e dell'avviamento dell'impianto. Il funzionamento ottimale si ha quando l'impianto lavora a regime; in fase di *start-up* o con poche produzioni sporadiche è necessaria una maggiore attenzione. Le prove di validazione e, in molti casi, di pre-produzione, permettono di affrontare le difficoltà iniziali; anche la nostra divisione elettronica ha contribuito sviluppando programmi che consentono l'uso parziale dell'impianto. Nello specifico caso dell'impianto che vediamo oggi, il personale del cliente ha già una conoscenza del processo di impregnazione che andrà giusto perfezionata, visto che fino ad oggi nello stabilimento del cliente si è lavorato con sistemi analoghi ma meno automatizzati. In ogni caso, la nostra esperienza accumulata in anni di prove in laboratorio, è davvero un elemento che ci distingue sul mercato».

6 e 7 - Esterno ed interno della sede americana di Tecnofirma

Interior and exterior of Tecnofirma's U.S. headquarters

timization standpoint. These are flexible plants which, however, carry out complex and technologically innovative processes. We work with both thermal and electric motor manufacturers. The experience we have gathered during many years has enabled us to face the themes of client personnel training and plant start-up with professionalism. Optimal functioning occurs when the plant operates at full capacity; during the start-up phase or with infrequent, sporadic production runs, closer attention is required. Validation tests and, in many cases, pre-production tests, make it possible to face the initial challenges; our electronic team has also contributed by developing programs that allow for the partial functioning of the plant. In the specific case of the currently analyzed plant, the client's personnel already had prior knowledge of the impregnation process, which only needed refining, since the company's staff had previously been working with analogous, though less automated, systems. In any case, our accumulated expertise, gained through years of lab testing, truly sets us apart in the market».

FURTHER ELEMENTS

To conclude, here are a few more details from our two interviewees. «All our systems have preset start-and-stop procedures, which can also be activated by the operator at the machine or online. For machines of this type, we also have preset procedures for emptying the circuits in case of long pauses (holiday periods, for example) and restarting when work resumes, although in these cases we recommend a thor-



ELEMENTI ULTERIORI

Per concludere, qualche altra informazione di dettaglio presentata dai nostri due intervistati.

«Tutti i nostri impianti hanno procedure preimpostate di *start and stop*, che possono anche essere attivate dall'operatore a bordo macchina o *on-line*. Per macchine di questo tipo abbiamo anche procedure preimpostate per lo svuotamento dei circuiti nel caso di pause lunghe (periodi di ferie, per esempio) e il riavvio alla ripresa del lavoro, anche se in questi casi consigliamo di effettuare un controllo minuzioso di manutenzione ordinaria, secondo quanto riportato nei nostri manuali d'uso e manutenzione.

L'impianto visto è totalmente elettrico, una scelta sempre più diffusa (in alcuni casi i consumi sono supportati, almeno parzialmente, dall'installazione di pannelli fotovoltaici).

La nostra sede americana, che ci ha supportato dall'iniziale fase commerciale, è stata d'aiuto anche sul tema sicurezza, trasferendo le necessità locali in termini di standard e normative.

I tecnici altamente qualificati delle tre divisioni di Tecnofirma - lavaggio, verniciatura industriale, impregnazione per motori elettrici - sono sempre a disposizione degli interessati per approfondire le soluzioni tecnologiche sviluppate dall'azienda, e anche quest'anno si metteranno al servizio del dibattito sull'innovazione tecnologica durante i **P&E Coating Days, 7-8 ottobre, Kilometro Rosso, Bergamo**.

ough routine maintenance check, as outlined in our use and maintenance manuals.

The system we saw is fully electric, an increasingly common choice (in some cases, energy consumption is at least partially supported by the installation of photovoltaic panels).

Our US branch, which supported us from the initial commercial phase, was also helpful on the safety front by transferring local requirements in terms of standards and regulations.

The highly qualified technicians from Tecnofirma's three divisions - industrial cleaning, industrial coating, and impregnation for electric motors - are always available to those interested in learning more about the technological solutions developed by the company, and this year they will also take part in the discussion on technological innovation during the **P&E Coating Days, October 7-8, Kilometro Rosso, Bergamo**.