UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale/magistrale
Ingegneria Gestionale

Analisi delle non conformità e miglioramento del controllo qualità: il caso Multiconnection in Elica

Analysis of non-conformities and quality control improvement: the Multiconnection case at Elica

Relatore: Chiar.ma
Prof.ssa **Michela Simoncini**

Tesi di Laurea di:
Leonardo De Franceschi

Correlatore
Ing. **Luca Lazzaretti**

A.A. 2025/2026

Indice

Tabella acronimi 1

Introduzione 2

Capitolo 1: il contesto aziendale di Elica S.p.A 5

1.1: Il Gruppo Elica: storia ed evoluzione 5

1.2: Organizzazione aziendale 9

1.3: Gamma dei prodotti Elica 11

1.4: Il tirocinio 12

Capitolo 2: La Qualità 15

2.1: Definizione di Qualità 15

2.2: Evoluzione del concetto di Qualità 16

2.2.1 Concezione classica 16

2.2.2 Concezione moderna 18

2.2.3 Concezione socioeconomica 20

2.3: Total Quality Management 21

2.3.1: Soddisfazione del cliente 22

2.3.2: Coinvolgimento del personale 22

2.3.3: Miglioramento continuo 23

2.3.3.1: Ciclo PDCA 23

2.4: Le norme UNI EN ISO serie 9000 26

2.4.1: La norma ISO 9001 28

2.4.2: I sette principi della qualità 29

2.4.1.1: Orientamento al cliente 30

2.4.1.2: Leadership 31

2.4.1.3: Coinvolgimento delle persone 31

2.4.1.4: Approccio per processi 31

2.4.1.5: Miglioramento 32

2.4.1.6: Processo decisionale basato sulle evidenze 32

2.4.1.7: Gestione delle relazioni 33

2.5: Six Sigma 33
2.6: Il ruolo del Customer Quality Engineer 36
Capitolo 3: la gestione della qualità clienti in Elica 38
3.1: Il processo produttivo e il piano Qualità di Elica 38
3.2: Gestione del Customer Quality 43
3.2.1: Gestione reattiva 44
3.2.1.1: Customer Quality Notification 44
3.2.1.2: 5xWhy 47
3.2.1.3: Diagramma di Ishikawa 48
3.2.1.4: 8D 50
3.2.1.5: Monitoraggio della attività di Customer Quality Engineering 54
3.2.1.6: Analisi dei dati e monitoraggio delle performance 55
3.2.2: Gestione proattiva 55
3.3: Product Quality 56
3.3.1: Contributo del Customer Quality durante lo Stage & Gate 57
Capitolo 4: Analisi della problematica e definizione delle azioni correttive 59
4.1: Il funzionamento della Multiconnection 59
4.2: Il problema riscontrato 60
4.3: Action Plan 61
4.3.1: 5xWhy 61
4.3.2: Diagramma di Ishikawa 64
4.3.3: 8D 66
Capitolo 5: Sviluppo e implementazione della soluzione proattiva 72
5.1: Analisi degli obiettivi e requisiti dei dispositivi 72
5.1.1: Dettagli dei simulatori 74
5.1.2: Funzione dei simulatori 77
5.2: Formazione degli operatori e procedure di utilizzo 79
5.2.1: Procedura del simulatore piano 80
5.2.2: Procedura del simulatore piano [18] 87

5.3: Test al CQF 89

Capitolo 6: Analisi dei risultati sperimentali e validazione della procedura di collaudo 93

6.1: Valutazione dei risultati 93

6.1.1: Test su cappe in Phase In 93

6.1.2: Test su cappe in Preserie 95

6.1.3: Benefici 97

6.1.4: Limiti 98

Conclusioni 99

Bibliografia 100

Sitografia 101

Indice immagini

Figura 1 Sistema di garanzia della qualità 18
Figura 2 Definizione di Qualità secondo Oxford English Dictionary 26
Figura 3 DMAIC 35
Figura 4 Customer Quality Notification 44
Figura 5 Diagramma di Ishikawa 48
Figura 6 Informazioni generali 50
Figura 7 Team 51
Figura 8 Descrizione del problema 51
Figura 9 Azioni di contenimento 51
Figura 10 Root Causes 52
Figura 11 Potenziali azioni correttive 53
Figura 12 Azioni preventive 53
Figura 13 Introduzione azioni correttive 53
Figura 14 Meeting finale 54
Figura 15 Pezzi difettati 61
Figura 16 1° Why 62
Figura 17 2° Why 62
Figura 18 3º Why 63
Figura 19 4° Why 63
Figura 20 5° Why 63
Figura 21 Diagramma di Ishikawa 64
Figura 22 Documento 8D 66
Figura 23 Azioni di contenimento 67
Figura 24 Causa radice tecnica 68
Figura 25 Causa radice manageriale 68
Figura 26 Potenziali azioni correttive manageriali 69
Figura 27 Potenziali azioni correttive tecniche 69
Figura 28 Introduzione delle azioni correttive 70
Figura 29 Azioni preventive 71
Figura 30 Dettaglio simulatore piano 75
Figura 31 Dettaglio 1 simulatore cappa 76
Figura 32 Dettaglio 2 simulatore cappa 77
Figura 33 Automa del firmware 77
Figura 34 80
Figura 35 81
Figura 36 81
Figura 37 82
Figura 38 82

Figura 39 83
Figura 40 83
Figura 41 84
Figura 42 84
Figura 43 85
Figura 44 85
Figura 45 86
Figura 46 86
Figura 47 87
Figura 48 88
Figura 49 88
Figura 50 89
Figura 51 90
Figura 52 Operatore 1 Prodotto A 93
Figura 53 Operatore 2 Prodotto A 93
Figura 54 Operatore 1 Prodotto B 94
Figura 55 Operatore 2 Prodotto B 94
Figura 56 Operatore 1 Prodotto C 95
Figura 57 Operatore 2 Prodotto C 95
Figura 58 Operatore 1 Prodotto D 96
Figura 59 Operatore 2 Prodotto D 96
Figura 60 Operatore 1 Prodotto E 96
Figura 61 Operatore 2 Prodotto E 96

Tabella acronimi

ADI	Associazione per il Disegno Industriale
AGC	Modulo elettronico che collega le schede del simulatore della cappa
ASQ	American Society for Quality
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
CEO	Chief Executive Officer
CQE	Customer Quality Engineer
CQF	Controllo Qualità Prodotto Finito
CQN	Customer Quality Notification
CTQ	Critical to Quality
DMAIC	Define Measure Analyze Improve Control
DPMO	Defects per Million Opportunities
EN	European Norm
IQC	Incoming Quality Control
ISO	International Organization for Standardization
IT	Information Technology
IPQC	In Process Quality Control
KPI	Key Performance Indicator
LSL	Lower Specification Limit
MRC	Managerial Root Cause
OEM	Original Equipment Manufacturer
PDCA	Plan Do Check Act
PIC	Product Installation Check
PM	Project Management
R&D	Research and Development
R&S	Ricerca e Sviluppo
SAP	Systems Applications and Products in Data Processing
SCR	Service Call Rate
SGC	Sistema di Gestione per la Qualità
TQM	Total Quality Management
TRC	Technical Root Cause
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
UNI	Ente Italiano di Normazione
USL	Upper Specification Limit
VOC	Voice of Customer

Introduzione

Negli ultimi tempi l'industria degli elettrodomestici è stata soggetta a una continua evoluzione tecnologica, grazie anche all'avvento dell'intelligenza artificiale e di sistemi elettronici sempre più avanzati volti a migliorare l'esperienza di utilizzo dell'utente finale.

In ambiente domestico, in particolare, la comunicazione tra dispositivi differenti è fondamentale e sempre più diffusa, in quanto garantisce elevate prestazioni, un'automatizzazione sempre più sofisticata e semplifica la quotidianità dell'utilizzatore.

L'evoluzione tecnologia però deve essere affiancata dalla qualità percepita dal cliente.

Per questo è di fondamentale importanza la presenza di attività di monitoraggio, analisi e risoluzione di anomalie funzionale degli strumenti tecnologici. Quest'ultime, infatti, anche se limitate a specifiche condizioni d'uso, influenzano negativamente la soddisfazione del cliente, provocano costi d'assistenza post-vendita e sporcano l'immagine e reputazione dell'azienda. Chi svolge queste attività è il Customer Quality Engineer, che incarna il legame tra il cliente finale e le diverse funzioni aziendali dedicate allo sviluppo, alla produzione e validazione del prodotto. Attraverso la raccolta e l'analisi delle segnalazioni provenienti dal mercato, il Customer Quality Engineer contribuisce all'identificazione delle problematiche riscontrate dagli utenti, svolge attività di Root Cause Analysis e gestisce le azioni correttive volte a prevenire il riverificarsi della non conformità.

L'obiettivo finale è quello di rispettare la qualità prefissata e di inseguire il miglioramento continuo di quest'ultima.

Il seguente elaborato è stato sviluppato durante il tirocinio curriculare svolto presso il dipartimento Customer Quality dell'azienda Elica S.p.a. Qui è stato affrontato un caso reale di non conformità relativo alla funzione

Multiconnection, una tecnologia che consente l'associazione automatica tra piano cottura e cappa tramite collegamento Bluetooth.

A seguito di una segnalazione dal reparto di Ricerca e Sviluppo dell'azienda, è stata infatti riscontrata l'impossibilità di completare correttamente il processo di PAIRING tra i due dispositivi. Ciò che è evinto dalla analisi preliminari della problematica, è che durante la fase di cifratura è stato introdotto un bug nel modulo bluetooth del piano, che impossibilitava la fase di associazione con la cappa; anzi nel caso di tentativo di connessione, il bug veniva trasmesso alla cappa. La natura del problema ha reso fondamentale un intervento che consisteva nel comprendere il corretto comportamento dei dispositivi e nello sviluppare una metodologia che eviti la ripetibilità del difetto.

Durante lo svolgimento del progetto è stato quindi definito e implementato un action plan coinvolgendo i principali reparti aziendali (R&S, Qualità, PM, Design e After Sales), con focus principale sull'analisi della causa radice e successivo coordinamento delle azioni di contenimento, correttive e proattive.

Il piano di azione ha incluso attività di revisione delle specifiche funzionali del sistema *Multiconnection*, aggiornamenti su più modelli di piano cottura, verifiche funzionali su nuove versioni del prodotto e attività di allineamento tra le specifiche tecniche e i requisiti di utilizzo. È stata inoltre revisionata la documentazione tecnica e il libretto di istruzioni per migliorare la chiarezza delle informazioni fornite all'utente finale.

Ulteriori attività hanno riguardato il rafforzamento del processo di sviluppo attraverso controlli funzionali intermedi, l'introduzione di verifiche su campioni in produzione presso il Controllo Qualità Prodotto Finito (CQF) e la definizione di attività di training e supporto all'utilizzo del prodotto per gli operatori e gli stakeholder coinvolti.

L'action plan ha quindi rappresentato uno strumento fondamentale per la gestione strutturata della non conformità, consentendo il coordinamento tra le diverse funzioni aziendali e garantendo un approccio sistematico alla

risoluzione della problematica e al miglioramento del processo di sviluppo prodotto.

La seconda parte del progetto consiste in attività di test sia in laboratorio sia sulla linea di produzione, e raccolta dati tramite strumenti in grado di simulare il funzionamento di un piano e di una cappa generici compatibili con la funzione *Multiconnection*. Tali attività hanno permesso di riprodurre il comportamento che il cliente osserva durante l'uso quotidiano e di prevenire il malfunzionamento dei dispositivi soggetti.

L'obiettivo della tesi è analizzare il caso di studio dal punto di vista della qualità di prodotto, descrivere la metodologia di test adottata e contribuire all'identificazione delle cause che determinano l'insorgenza della problematica, proponendo possibili soluzioni di prevenzione, con un approccio proattivo. Queste dovranno poi essere implementate e inserite all'interno della linea produttiva, in particolare al CQF, e quindi comprenderanno la formazione del personale coinvolto.

La tesi è articolata in diversi capitoli. Nel primo capitolo viene presentato il contesto aziendale, con particolare riferimento all'organizzazione della funzione Qualità e alle attività svolte durante il periodo di tirocinio. Il secondo capitolo descrive l'evoluzione del concetto di qualità, dalla semplice conformità del prodotto alle specifiche fino alla gestione strategica e al miglioramento continuo dell'intera organizzazione.

Vengono inoltre approfonditi TQM, norme ISO 9000/9001, i sette principi della qualità e il Six Sigma con il metodo DMAIC per migliorare processi, ridurre difetti e soddisfare clienti. Il terzo capitolo descrive il funzionamento della tecnologia *Multiconnection* e l'architettura del sistema di comunicazione Bluetooth tra piano cottura e cappa. Il quarto capitolo introduce la problematica oggetto di studio e le principali evidenze emerse dalla segnalazione del reparto di Ricerca e Sviluppo. Il quinto capitolo illustra la metodologia sperimentale adottata, i tool utilizzati e le procedure di test sviluppate. Il sesto capitolo presenta i risultati ottenuti e le considerazioni

derivanti dalle attività di validazione. Infine, l'ultimo capitolo riporta le conclusioni del lavoro e i possibili sviluppi futuri finalizzati al miglioramento delle attività di controllo qualità.

Capitolo 1: il contesto aziendale di Elica S.p.A

1.1: Il Gruppo Elica: storia ed evoluzione

Il presente lavoro di tesi è stato sviluppato durante il tirocinio curriculare svolto presso il dipartimento Customer Quality di Elica S.p.A., impresa tra le più importanti all'interno del settore industriale degli elettrodomestici.

La conoscenza del suo percorso evolutivo è fondamentale per comprendere il contesto organizzativo nel quale è inserito il progetto, e soprattutto il ruolo del reparto qualità all'interno dei processi decisionali dell'azienda.

Elica S.p.A. è una società per azioni fondata nel 1970 a Fabriano, in provincia di Ancona, specializzata nella progettazione e produzione di cappe aspiranti per uso domestico. Nel corso degli anni l'azienda ha progressivamente ampliato il proprio portafoglio prodotti, affiancando alle cappe la produzione di motori elettrici destinati sia alle cappe sia alle caldaie da riscaldamento e, più recentemente, di sistemi integrati per la cucina che combinano piani cottura a induzione, sistemi di aspirazione e forni. Questo percorso di crescita riflette non solo la capacità dell'azienda di adattarsi all'evoluzione del mercato e alle esigenze dei consumatori, ma anche la volontà di sviluppare soluzioni integrate in grado di migliorare l'esperienza d'uso in cucina.

Le origini di Elica sono strettamente legate al distretto manifatturiero marchigiano, storicamente specializzato nella produzione di elettrodomestici. In questo contesto, il fondatore Ermanno Casoli intuì le potenzialità di un mercato ancora agli inizi, individuando nella cappa aspirante un prodotto destinato ad assumere un ruolo sempre più rilevante all'interno della cucina moderna. Fin dalla sua fondazione, Elica ha orientato il proprio sviluppo verso l'innovazione tecnologica, la qualità costruttiva e la valorizzazione del design, principi che hanno ispirato la visione

imprenditoriale del fondatore e che ancora oggi rappresentano gli elementi distintivi dell'azienda.

Un momento fondamentale nella storia dell'azienda si registra nel 1972, quando Elica presenta al Salon des Arts Ménagers di Parigi il proprio aspiratore d'aria per cucine. La partecipazione a questa manifestazione internazionale fu occasione di visibilità e contribuì ad espandere la notorietà dell'azienda anche nei mercati esteri. Nello stesso anno venne stretta la prima collaborazione con Philips, che diede all'azienda la possibilità di accelerare la propria crescita incrementando i volumi produttivi. Queste partnership furono cruciali per porre le basi di un'azienda leader sul mercato degli elettrodomestici.

L'azienda, nel 1978, subì la perdita del proprio fondatore Ermanno Casoli che rallentò, almeno temporaneamente la propria crescita. La guida di Elica passò quindi inizialmente alla moglie Gianna Pieralisi Casoli e successivamente dal figlio Francesco Casoli, allora appena diciassettenne, che negli anni successivi avrebbe assunto un ruolo sempre più centrale. Sotto la sua guida, Elica ha mantenuto i valori trasmessi dal fondatore, orientando tuttavia lo sviluppo dell'impresa verso una maggiore internazionalizzazione, un rafforzamento della capacità innovativa e una crescente attenzione alla valorizzazione delle risorse umane. Francesco Casoli ha infatti puntato sul coinvolgimento delle persone, sulla diffusione della cultura aziendale e sull'integrazione tra competenze tecniche, creatività e innovazione.

L'attenzione verso il design rappresenta uno degli elementi distintivi dell'azienda. Fin dai primi anni di attività, Elica ha trasmesso l'idea di cappa aspirante non soltanto come un elettrodomestico destinato alla ventilazione della cucina, ma come un vero e proprio elemento di arredo, che si integri armoniosamente con gli spazi domestici. Questo approccio ha garantito un forte posizionamento competitivo dell'azienda, distinguendosi dalle altre per le elevate prestazioni tecniche e contenuto estetico dei suoi prodotti.

Un momento particolarmente significativo nella storia di Elica è rappresentato dall'incendio che, nel 1995, distrusse completamente lo stabilimento

produttivo di Fabriano. L'evento, ricordato come l'*annus horribilis*, avrebbe potuto compromettere l'immagine dell'azienda e la crescita che stava avendo in quegli anni. Invece, grazie al progetto di ricostruzione denominato *Araba Fenice*, lo stabilimento venne ricostruito in circa quattro mesi, consentendo la ripresa delle attività in tempi estremamente rapidi. La ricostruzione costituì l'occasione per ripensare l'intero sistema produttivo, introducendo nuovi processi industriali, tecnologie più avanzate e una diversa organizzazione del lavoro e rappresentò nuovamente la grande capacità di far collaborare menti differenti per un'unica causa. Questo episodio contribuì a rafforzare il legame tra i dipendenti e la cultura dell'azienda basata sulle persone.

A partire dalla seconda metà degli anni Novanta e, con maggiore intensità, nei primi anni Duemila, Elica ha intrapreso un complesso processo di internazionalizzazione con l'obiettivo di rafforzare la propria presenza sui mercati esteri. La strategia si è basata sull'apertura di stabilimenti produttivi e filiali commerciali nei principali mercati internazionali, con l'obiettivo di avvicinarsi ai propri clienti, ridurre i tempi di distribuzione e rispondere in maniera più efficace alle esigenze delle diverse aree geografiche. Il Gruppo ha però mantenuto le principali funzioni nella sede marchigiana, come la direzione, la Ricerca e Sviluppo e la produzione di nuovi prodotti, confermando il legame con la regione.

I Paesi soggetti all'espansione di Elica comprendono Italia, Polonia, Messico, India e Cina, raggiungendo una scala globale ma mantenendo la sua identità italiana caratterizzata da qualità, prestazioni e design.

Nel corso degli anni Elica ha presentato numerosi modelli che hanno introdotto importanti innovazioni su quest'ultimi aspetti. Prodotti come Om, Star, Space, Feel, 35CC, Bubble, Sweet, Ye e Ico hanno contribuito a trasformare il concetto di cappa aspirante da semplice elettrodomestico a vero e proprio elemento d'arredo, anche grazie a collaborazioni con progettisti di fama internazionale.

Una delle innovazioni più significative introdotte dall'azienda è rappresentata dalla gamma NikolaTesla, presentata nel 2016. Con questo prodotto Elica ha stravolto il concetto di aspirazione sviluppando un sistema integrato che combina il piano cottura a induzione con il sistema di aspirazione in un'unica soluzione e passando da un'aspirazione dall'alto a un'aspirazione dal basso. Il modello NikolaTesla One ha permesso all'azienda di ottenere nel 2018 il prestigioso riconoscimento Compasso d'Oro ADI, confermando il valore dell'innovazione proposta.

Elica nel corso degli anni promuove iniziative finalizzate all'ottimizzazione dei processi produttivi e alla riduzione degli sprechi.

Per questo motivo, la qualità assume un ruolo fondamentale all'interno dell'organizzazione, permettendo di monitorare costantemente le prestazioni dei prodotti lungo l'intero ciclo di vita, dalla progettazione alla produzione, considerando soprattutto le segnalazioni dei clienti per seguire un processo di miglioramento continuo.

In tale contesto assume un ruolo cruciale il dipartimento Customer Quality, che rappresenta il ponte tra azienda e mercato, gestendo le problematiche riscontrate dopo la commercializzazione dei prodotti. Monitorando le segnalazioni provenienti dal mercato, infatti, la struttura è in grado di risalire alle cause di non conformità e gestisce le azioni correttive e preventive finalizzate al miglioramento continuo.

È proprio all'interno di questo contesto organizzativo che si colloca il progetto sviluppato durante il tirocinio curriculare, oggetto del presente elaborato. L'attività svolta presso il dipartimento Customer Quality ha consentito di approfondire le metodologie adottate dall'azienda per il monitoraggio delle prestazioni dei prodotti sul mercato, l'analisi delle non conformità e la definizione delle azioni di miglioramento, con un focus in particolare sul trovare soluzioni volte alla prevenzione.

1.2: Organizzazione aziendale

Dal punto di vista organizzativo, Elica adotta un modello strutturato per Business Unit, affiancato dalle diverse aree aziendali. Questa configurazione permette di integrare attività specializzate con le più importanti funzioni strategiche dell'azienda. Le due Business Unit del gruppo sono la Cooking Business Unit e la Motors Business Unit.

La Cooking Business Unit rappresenta il core business storico dell'azienda e comprende le attività legate alla progettazione, produzione e commercializzazione di cappe aspiranti, sistemi di aspirazione integrati, piani cottura e soluzioni per la qualità dell'aria in cucina.

La Motors Business Unit, invece, è dedicata allo sviluppo e alla produzione di motori elettrici destinati sia all'uso interno del gruppo aziendale, sia all'acquisto da parte di aziende terze nel settore elettrodomestici. Questo permette a Elica di unire competenze tecnologiche diverse e di collaborare tra progettazione e produzione in modo più efficace.

A supporto delle Business Unit intervengono le diverse aree aziendali, con la funzione di garantire il coordinamento e l'efficienza dei processi. Tra queste rientrano la Ricerca e Sviluppo (R&D), la Produzione, la Supply Chain, gli Acquisti, la Qualità, il Marketing e Vendite, le Risorse Umane, l'Amministrazione, Finanza e Controllo e l'Information Technology. La collaborazione di queste funzioni permette di gestire in maniera integrata l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla pianificazione alla assistenza post-vendita, garantendo gli standard di qualità definiti.

Da questo punto di vista, il Dipartimento Qualità riveste un ruolo strategico all'interno dell'organizzazione, in quanto ha il compito di garantire il raggiungimento degli standard qualitativi definiti dall'azienda e di assicurarne il mantenimento nel tempo attraverso attività di monitoraggio e miglioramento continuo.

La funzione Customer Quality ha l'obiettivo di monitorare la qualità percepita dal cliente durante l'intero ciclo di vita del prodotto, raccogliendo e

analizzando le informazioni provenienti dal mercato al fine di individuare tempestivamente eventuali criticità.

Tra le principali responsabilità della funzione rientrano la gestione dei reclami provenienti sia dal mercato B2C sia dal B2B, l'analisi delle non conformità, il monitoraggio dei principali indicatori di performance della qualità (*Key Performance Indicators – KPI*), quali tasso di difettosità, resi e reclami, nonché il coordinamento con le altre funzioni aziendali nello sviluppo delle attività di problem solving e nella verifica dell'efficacia delle azioni correttive implementate.

Customer Quality

La funzione Customer Quality gestisce due aree di business: B2C (Business to Consumer), dedicata alla gestione delle segnalazioni provenienti dai clienti finali, e B2B (Business to Business), rivolta alle aziende terze che acquistano i prodotti Elica.

Per quanto riguarda l'area B2C, il processo ha inizio con la raccolta delle segnalazioni provenienti dal mercato da parte del Servizio Clienti, che successivamente le trasferisce alla Qualità Clienti. Quest'ultima provvede alla gestione delle segnalazioni secondo le procedure interne aziendali, adottando un approccio sia reattivo, volto alla risoluzione delle problematiche già manifestatesi, sia proattivo, finalizzato all'individuazione e alla prevenzione di potenziali criticità.

L'area B2B, invece, prevede l'assegnazione dei clienti alle diverse risorse del dipartimento Qualità Clienti. I referenti gestiscono un rapporto diretto con le aziende clienti, dalle quali ricevono segnalazioni specifiche relative ai prodotti. Le problematiche vengono successivamente analizzate e gestite in funzione della loro natura e della tipologia di difetto riscontrato.

A supporto delle attività della Qualità Clienti, in particolare per quanto riguarda le prove e le verifiche dirette sui prodotti, operano i tecnici della funzione Product Audit & User Testing. Tali attività vengono svolte all'interno di un apposito spazio dotato di un box dedicato alle prove sui prodotti, che

consente di riprodurre e verificare direttamente le problematiche segnalate dal mercato.

Attraverso queste verifiche, la funzione Qualità può accertare direttamente sul prodotto la presenza del difetto segnalato, analizzarne le modalità di manifestazione e individuare le possibili cause alla radice della problematica.

1.3: Gamma dei prodotti Elica

L'azienda offre una vasta gamma di prodotti, in particolare elettrodomestici, che puntano a performance elevate combinate a design ricercato, posizionandosi nella fascia medio alta del mercato degli elettrodomestici.

I prodotti, rispettivamente in ordine cronologico di uscita, si dividono principalmente in:

- Cappe aspiranti, con le seguenti configurazioni:
  - A parete, posizionate direttamente sul muro
  - Ad incasso, montate all'interno del pensile da cucina
  - Ad isola, installate sul soffitto
  - Ad angolo, installate nell'angolo della cucina, tra due pareti adiacenti
  - Ceiling, integrate nel controsoffitto
  - Downdraft: integrate nel piano da lavoro, caratterizzate da aspirazione verticale
  - Sospese: installate sul soffitto tramite sistema di sospensione
- Piani cottura aspiranti ad induzione, che integrano il sistema di aspirazione nel piano cottura, consentendo un'aspirazione dei fumi dal basso.
- Piani cottura, disponibili a gas e a induzione.
- Forni, per la cottura degli alimenti.
- Cantinette per vini, progettate per conservare il vino a temperatura controllata.

- Lhov, sistema di tre elettrodomestici che integra piano cottura ad induzione, forno e cappa aspirando.

1.4: Il tirocinio

L'attività di tirocinio è stata svolta presso il dipartimento di Customer Quality con l conduzione del progetto di implementazione di un dispositivo destinato al collaudo della funzione *Multiconnection*, oggetto della presente tesi. Tali attività sono state fondamentali per acquisire le conoscenze e le competenze necessarie a gestire il progetto in modo autonomo ed efficiente.

Una volta acquisite le conoscenze di base relative al ruolo da svolgere, è iniziata la fase di affiancamento a un Customer Quality Engineer, con l'obiettivo di supportarlo nelle attività quotidiane. I primi compiti assegnati sono stati di natura introduttiva e finalizzati principalmente alla comprensione del funzionamento dei processi che caratterizzano il dipartimento, così da poter successivamente affrontare il progetto in autonomia. In particolare, è stata svolta l'attività di gestione delle segnalazioni provenienti dal mercato B2C, ossia dai clienti finali, attraverso il software gestionale SAAM, utilizzato per raccogliere i reclami e gli interventi effettuati presso le abitazioni dei clienti. Tali segnalazioni sono state utilizzate per svolgere un'analisi del Service Call Rate (SCR) dei prodotti Elica. Il Service Call Rate rappresenta il rapporto tra il numero di interventi, calcolato negli ultimi 12 mesi, e il volume di produzione, riferito allo stesso periodo, di un determinato prodotto. Tale indice si è rivelato utile per individuare i prodotti *top offenders* sul mercato, ossia quelli che presentano il maggior numero di problematiche in relazione ai volumi prodotti, in modo tale da agire su questi individuando i difetti principali e le cause radici che li provocano.

Per acquisire una maggiore conoscenza dei prodotti, è stata fondamentale la partecipazione ai test svolti nel box qualità e in laboratorio, ambiente in cui vengono eseguite le prove sui prodotti difettosi rientrati dal mercato e sui nuovi prodotti destinati agli End User Test e Life Test. In particolare, l'End User Test

ha lo scopo di riprodurre, in condizioni controllate, le modalità di utilizzo tipiche del cliente finale. Durante queste prove, il Customer Quality Engineer sottopone il prodotto e i suoi componenti a differenti condizioni di stress, con l'obiettivo di replicare i difetti segnalati dal mercato e comprenderne le cause. Ciò permette di verificare la ripetibilità dell'anomalia, individuare i componenti coinvolti e raccogliere informazioni utili per definire eventuali azioni correttive. L'End User Test rappresenta quindi uno strumento importante per collegare l'esperienza del cliente all'analisi tecnica del prodotto e contribuire al miglioramento della sua qualità e affidabilità. Di analoga importanza è stata la partecipazione ai Gate di prodotto, ovvero punti di controllo formali all'interno del processo di sviluppo di un prodotto con l'obiettivo di assicurare che il prodotto sia sufficientemente maturo sotto il profilo tecnico, qualitativo, produttivo ed economico. Ciò ha permesso l'acquisizione di conoscenze relative alle decisioni qualitative all'avvio della produzione, modalità di collaborazione tra diversi dipartimenti, visione d'insieme dei requisiti qualitativi che il prodotto deve soddisfare.

Relativamente ai Gate, l'attività di tirocinio ha previsto anche lo svolgimento del Critical to Quality (CTQ), ovvero un documento che raccoglie le caratteristiche di un determinato prodotto considerate fondamentali per la qualità percepita dal cliente e che, pertanto, devono rispettare specifici requisiti. La compilazione del documento ha richiesto l'analisi del prodotto al fine di individuare le caratteristiche ritenute critiche dal punto di vista del cliente, riportando per ciascuna di esse immagini e annotazioni descrittive. Successivamente, sulla base delle criticità individuate, sono state definite le relative catene di tolleranza da rispettare per ogni dimensione analizzata.

Una volta conclusa la fase di formazione iniziale, è stato possibile acquisire una maggiore conoscenza del contesto aziendale e comprendere in modo più approfondito il progetto oggetto del presente elaborato, definendone gli obiettivi principali e le attività necessarie al loro raggiungimento.

Il progetto riguarda un difetto relativo alla mancata connessione tra una cappa aspirante e un piano cottura, funzionalità denominata *Multiconnection*, che consente l'interazione tra i due prodotti che garantisca il loro funzionamento integrato. La problematica riscontrata ha quindi richiesto un'analisi approfondita volta a comprenderne le cause principali e a individuare le possibili azioni correttive e preventive.

L'analisi della problematica è stata condotta secondo la metodologia prevista dal Customer Quality, attraverso un percorso strutturato volto prima alla gestione della non conformità e successivamente alla prevenzione del suo ripetersi.

In una prima fase sono state utilizzate tecniche di analisi della causa radice, come 5 Why e diagramma di Ishikawa, che hanno permesso di individuare le cause principali del malfunzionamento, considerando sia gli aspetti tecnici sia quelli legati al processo produttivo e organizzativo.

Successivamente, mediante l'approccio 8D, sono state definite e applicate le azioni necessarie per contenere il problema, correggere la causa individuata e verificarne l'efficacia. L'analisi ha inoltre evidenziato alcune opportunità di miglioramento del processo di controllo qualità, portando alla definizione di soluzioni preventive finalizzate a intercettare eventuali anomalie prima della commercializzazione del prodotto.

L'attività svolta si è quindi concentrata sulla gestione sia delle azioni reattive, necessarie per analizzare e rispondere rapidamente al problema già manifestatosi, sia delle attività proattive, finalizzate all'individuazione delle cause alla radice e alla definizione di soluzioni in grado di prevenire il ripetersi della non conformità nel tempo.

Capitolo 2: La Qualità

2.1: Definizione di Qualità

Il termine “qualità” deriva dal latino “*qualĭtas, -atis*”, a sua volta derivato da “*qualis*” («quale»). Secondo la definizione del dizionario, la qualità è una caratteristica o un insieme di caratteristiche proprie di una persona, di un animale, di un oggetto o di una situazione, che ne determinano il valore, generalmente in senso positivo e di pregio.

In filosofia, il concetto di qualità assume significati differenti a seconda della corrente di pensiero e dell'autore di riferimento. Esso rappresenta una categoria concettuale interpretata in modi diversi nel corso della storia del pensiero, assumendo di volta in volta il significato di proprietà essenziale, attributo o modalità dell'essere.

In ambito merceologico, invece, la qualità indica l'insieme delle proprietà intrinseche ed estrinseche di un prodotto, che ne definiscono le caratteristiche e ne consentono la valutazione in base ai requisiti e alla capacità di soddisfare determinati bisogni.

Alcuni grandi esperti di qualità ne hanno assegnato diverse definizioni:

Philip B. Cosby: *“La Qualità è conformità ai requisiti [9]”*

W. Edwards Deming: *“La qualità può essere definita soltanto in relazione al soggetto che la considera [9]”*

Armand V. Feigenbaum: *“La qualità è una determinazione del cliente, non dell’ingegnere, né del marketing, né della direzione generale [9]”*

Kaoru Ishikawa: *“In senso ristretto, qualità significa qualità del prodotto. In senso ampio, qualità significa qualità del lavoro, qualità del servizio, qualità dell'informazione, qualità del processo, qualità della divisione, qualità delle persone, qualità del sistema, qualità dell'azienda, qualità degli obiettivi, ecc. [9]”*

La definizione però usata convenzionalmente è quella data dalla norma ISO 9000 che verrà trattata nei capitoli successivi.

2.2: Evoluzione del concetto di Qualità

Il concetto di qualità ha subito una significativa evoluzione nel corso degli anni. Le sue origini risalgono alla fine del XIX secolo, con l'introduzione dell'organizzazione scientifica del lavoro di Taylor, che portò alla standardizzazione dei processi produttivi.

Successivamente, con l'affermazione della produzione di massa, intorno agli anni Cinquanta, nacque la necessità di garantire l'uniformità dei prodotti e di ridurre i difetti, poiché le differenze tra i pezzi realizzati causavano inefficienze, aumento dei costi e rallentamenti lungo la linea produttiva. In questa fase, la qualità veniva definita come la capacità di un prodotto di soddisfare specifici requisiti tecnici e prestazionali. Per il consumatore ciò significava soprattutto affidabilità, mentre per l'azienda rappresentava uno strumento per ridurre gli scarti e contenere i costi.

A partire dagli anni Ottanta, con l'aumento della concorrenza e l'internazionalizzazione dei mercati, il concetto di qualità si ampliò, assumendo un ruolo strategico per l'intera organizzazione aziendale. La qualità non riguardava più soltanto il prodotto, ma coinvolgeva tutti i processi dell'impresa, dalla progettazione alla gestione delle risorse umane, favorendo lo sviluppo dei Sistemi di Gestione per la Qualità e dei principi del Total Quality Management (TQM).

Negli anni Novanta, infine, si diffuse la certificazione della qualità attraverso l'adozione delle norme della serie UNI EN ISO 9000, che attestano la conformità del sistema di gestione per la qualità di un'organizzazione agli standard internazionali. Secondo la norma ISO 9000, la qualità è definita come il grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti.

2.2.1 Concezione classica

Secondo la teoria classica, la qualità di un bene o servizio viene definita come: "L'adeguatezza all'uso del bene o servizio sia in termini di qualità teorica sia in termini di grado di conformità".

La qualità teorica, o qualità di progetto, è l'insieme di caratteristiche qualitative, tecniche, tecnologiche, dimensionali e funzionali che deve possedere il progetto iniziale del prodotto. Di conseguenza, migliorando la qualità di progetto, migliore sarà la qualità del prodotto finale.

La qualità di un prodotto è determinata principalmente dalla fase di progettazione, durante la quale vengono definite le caratteristiche che il prodotto dovrà possedere in relazione alle esigenze degli utenti e al prezzo che essi sono disposti a sostenere. L'obiettivo della progettazione è individuare il giusto equilibrio tra livello qualitativo e costo, evitando un'eccessiva qualità teorica che potrebbe rendere il prodotto troppo costoso rispetto alle aspettative del mercato.

La valutazione della qualità avviene attraverso il confronto con specifiche e standard definiti in fase progettuale: un prodotto è considerato conforme quando rispetta tali requisiti, mentre è definito non conforme in caso contrario.

Gli standard per le caratteristiche di un prodotto vengono stabiliti tramite la specifica nominale, cioè il valore richiesto dal progetto per una caratteristica del prodotto, e la tolleranza di prescrizione, ovvero la differenza massima accettabile dei valori di una caratteristica rispetto alla specifica nominale.

Per una caratteristica di qualità, il massimo valore accettabile è definito limite di specifica superiore (USL: Upper Specification Limit), mentre il valore minimo è definito limite di specifica inferiore (LSL: Lower Specification Limit).

Le specifiche di progetto, definite durante la progettazione tecnica, stabiliscono le caratteristiche che il prodotto deve possedere e possono riguardare sia gli aspetti funzionali sia quelli legati ai processi produttivi.

Tuttavia, una progettazione che non considera la variabilità dei materiali e dei processi di lavorazione può portare alla realizzazione di prodotti non conformi alle specifiche. Per questo motivo, la qualità del prodotto viene valutata anche attraverso il grado di conformità, ovvero il livello con cui il prodotto rispetta i requisiti stabiliti in fase progettuale.

Tale grado dipende da diversi fattori, tra cui i processi produttivi adottati, la preparazione del personale e l'efficacia dei sistemi di controllo della qualità. La valutazione della qualità, però, non si limita alla sola conformità agli standard, ma deve considerare anche la capacità del prodotto di soddisfare le esigenze del cliente.

2.2.2 Concezione moderna

Negli anni '80, in un contesto di alta concorrenza sul mercato, la qualità rappresenta uno strumento fondamentale e strategico per l'impresa, la quale deve orientarsi verso il Total Quality Management, ovvero la qualità totale.

Questa filosofia consiste nel coinvolgimento della direzione e di tutti i dipendenti per un miglioramento continuo, con l'obiettivo di soddisfare il cliente lungo tutto il ciclo di vita del prodotto e in tutti i settori.

In questo modo, la qualità viene gestita in maniera preventiva rispetto alla produzione del prodotto, evitando che i difetti emergano alla consegna al cliente e garantendo prestazioni e funzionalità congruenti con gli utilizzi previsti, nonché affidabilità e sicurezza. Tutto ciò consiste nel sistema di garanzia della qualità *(Fig. 1)*.

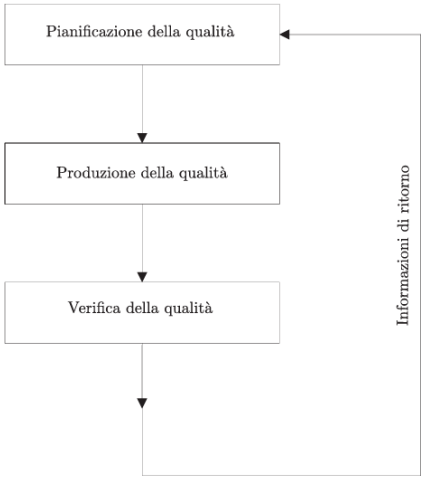


Figura 1 Sistema di garanzia della qualità

Esso è rappresentato da un ciclo riportante quattro fasi:

1. **Pianificazione della qualità:** attività che consiste nell'identificazione dei clienti e dei loro bisogni e, quindi, delle caratteristiche del prodotto.
2. **Produzione della qualità:** attività di realizzazione del prodotto e delle sue caratteristiche di qualità, coinvolgendo macchine e personale che permettano di raggiungere un livello produttivo di qualità ottimale.
3. **Verifica della qualità:** attività di ispezione delle caratteristiche del prodotto sia internamente sia presso i clienti.
4. **Informazioni di ritorno:** informazioni provenienti dalle diverse fasi utili al miglioramento continuo.

A differenza del passato, dove i controlli qualità venivano svolti tra due fasi del processo produttivo utilizzando prettamente metodi statistici, nella moderna gestione della qualità i metodi statistici devono accompagnare il prodotto lungo l'intero ciclo di vita.

Le attività di controllo qualità vengono distinte in base alla loro effettuazione prima o durante la produzione.

Nella fase prima dell'avvio della produzione:

- **Controllo dei progetti:** con l'obiettivo di prevenire i difetti qualitativi.
- **Controllo di accettazione:** controllo dei materiali acquistati con l'obiettivo di valutare i fornitori e collaboratori.

Nel corso della produzione:

- **Controllo di processo:** controllo del processo produttivo e della qualità del prodotto.
- **Attività informativa:** insieme di informazioni di ritorno con lo scopo di segnalare gli scostamenti dagli standard prefissati.
- **Attività gestionali:** per rilevare i costi legati al prodotto e alla formazione del personale.

L'obiettivo di queste attività è l'individuazione dei fattori che provocano una variazione nelle caratteristiche del prodotto, facendole discostare dai valori definiti sul progetto.

Da qui nasce la definizione moderna di qualità:

"Secondo la concezione moderna, la qualità rappresenta la capacità di un bene o servizio di soddisfare determinate prestazioni o requisiti, garantendo che la variabilità delle caratteristiche più importanti dello stesso bene o servizio sia minima".

A questa definizione è collegata quella del miglioramento della qualità:

"La riduzione della variabilità nelle principali caratteristiche di un processo produttivo o di un prodotto viene denominata miglioramento della qualità".

I fattori fondamentali nella valutazione della qualità di un prodotto, considerati dal potenziale acquirente, sono:

- **Prestazioni:** capacità di svolgere la funzione per cui è stato progettato il prodotto.
- **Affidabilità:** capacità di funzionare correttamente senza guasti per un determinato periodo di tempo.
- **Manutenibilità:** facilità e rapidità di manutenzione del prodotto.
- **Durata del servizio.**
- **Caratteristiche fisiche e sensoriali.**
- **Funzionalità:** capacità del prodotto di garantire prestazioni migliori rispetto a uno concorrente.
- **Livello di qualità percepito dal cliente.**
- **Grado di conformità al progetto.**

2.2.3 Concezione socioeconomica

Una concezione più ampia della qualità riguarda la capacità di soddisfare le esigenze di tutti gli stakeholder. La qualità qui assume una dimensione socioeconomica che comprende la tutela dell'ambiente, la salute e sicurezza dei lavoratori, la protezione delle informazioni e la responsabilità sociale dell'organizzazione.

Le esigenze di qualità di un prodotto o di un servizio vengono tradotte in una serie di requisiti che le organizzazioni devono rispettare. Tali requisiti possono derivare sia da norme obbligatorie, dette cogenti, previste dalla legislazione,

sia da norme volontarie, elaborate dagli enti di normazione nazionali e internazionali.

Le norme cogenti definiscono i requisiti minimi indispensabili affinché un prodotto possa essere immesso sul mercato o un servizio possa essere erogato nel rispetto della legge. Esse hanno lo scopo di tutelare interessi pubblici fondamentali, quali la salute, la sicurezza delle persone, la protezione dell'ambiente e la salvaguardia dei consumatori. Il mancato rispetto di tali prescrizioni comporta conseguenze legali e può impedire la commercializzazione del prodotto.

Le norme volontarie, invece, non sono imposte dalla legge, ma rappresentano standard riconosciuti a livello nazionale e internazionale che consentono alle organizzazioni di migliorare la qualità dei propri processi, prodotti e servizi. L'adozione di tali norme, come la famiglia ISO 9000, permette alle aziende di dimostrare il proprio impegno verso il miglioramento continuo, l'efficienza organizzativa e la soddisfazione del cliente.

Pur non essendo obbligatorie, esse costituiscono spesso un importante vantaggio competitivo, poiché aumentano la fiducia dei clienti, facilitano l'accesso a nuovi mercati e migliorano l'immagine dell'organizzazione.

L’evoluzione delle norme ISO rappresenta anche un cambiamento nel concetto stesso di qualità. Mentre in passato era considerata principalmente come la conformità del prodotto alle specifiche tecniche, oggi rappresenta un sistema di gestione che coinvolge l’intera organizzazione e che mira al miglioramento continuo dei processi, con lo scopo di soddisfare le esigenze dei clienti e di tutti gli stakeholder.

La qualità, quindi, non riguarda più soltanto il prodotto finale, ma rappresenta un elemento strategico per garantire la competitività e la sostenibilità dell’organizzazione nel lungo periodo.

2.3: Total Quality Management

In un contesto sempre più competitivo, le aziende devono essere in grado di offrire prodotti e servizi di qualità, capaci di soddisfare o, quando possibile,

superare le aspettative dei clienti. Qui si inserisce il Total Quality Management (TQM), noto anche come gestione della qualità, che comprende l'insieme delle attività adottate dall'organizzazione per assicurarsi che i propri prodotti e servizi siano conformi alle specifiche definite dai clienti e mantengano un elevato livello qualitativo.

I principi fondamentali del TQM sono riassunti in tre aspetti principali:

1. **Soddisfazione del cliente**
2. **Coinvolgimento del personale**
3. **Miglioramento continuo**

2.3.1: Soddisfazione del cliente

Le organizzazioni che adottano il TQM considerano la soddisfazione del cliente come uno degli obiettivi principali. La qualità viene quindi definita anche sulla base delle esigenze e delle aspettative dei clienti, individuando e offrendo caratteristiche dei prodotti e dei servizi in grado di rispondere alle loro richieste.

Per comprendere se tali esigenze vengono effettivamente soddisfatte, le aziende raccolgono i feedback dei clienti e utilizzano strumenti come sondaggi e altre modalità per ricavare il livello di soddisfazione. Il monitoraggio di queste informazioni nel tempo permette di individuare eventuali aspetti da migliorare e di mantenere l'attenzione sulla qualità in tutte le fasi dell'attività, dalla progettazione e pianificazione del prodotto fino alla vendita e all'assistenza.

2.3.2: Coinvolgimento del personale

Per applicare efficacemente il TQM è necessario che la responsabilità della qualità non ricada esclusivamente sulla direzione o sul reparto che si occupa del controllo qualità, ma coinvolga tutte le persone dell'organizzazione.

Ogni dipendente può infatti contribuire alla qualità del prodotto o del servizio offerto.

Per questo motivo, i responsabili devono comunicare a tutti i dipendenti l'importanza della qualità e della soddisfazione del cliente, motivandoli a

contribuire al raggiungimento di questi obiettivi. È inoltre necessario fornire una formazione adeguata, che permetta alle persone di svolgere correttamente il proprio lavoro e di individuare e risolvere eventuali problemi legati alla qualità.

In alcune organizzazioni, per favorire il coinvolgimento del personale, i dipendenti che svolgono attività simili lavorano all'interno di gruppi, definiti *quality circles*, con l'obiettivo di individuare i problemi legati al lavoro, proporre possibili soluzioni e collaborare con la direzione alla loro realizzazione.

2.3.3: Miglioramento continuo

Un altro elemento fondamentale del TQM è il miglioramento continuo, inteso come impegno costante a migliorare la progettazione, la produzione e la fornitura di prodotti e servizi.

Esistono infatti sempre possibilità per rendere le attività più efficienti, ridurre i costi e migliorare il servizio e la soddisfazione del cliente. Per questo motivo, tutte le persone all'interno dell'organizzazione sono incoraggiate a individuare nuovi modi per svolgere le attività in maniera migliore.

L'applicazione di questi principi permette alle organizzazioni di mantenere nel tempo un elevato livello di qualità, rispondere alle esigenze dei clienti e conservare la propria competitività sul mercato.

2.3.3.1: Ciclo PDCA

Una base fondamentale per il miglioramento continuo è il ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA). Esso si basa sul metodo scientifico, in quanto prevede la formulazione, la verifica e l'analisi di ipotesi.

Il ciclo PDCA trae origine dal cosiddetto "ciclo di Shewhart" e fu successivamente diffuso da W. Edwards Deming, considerato da molti il padre del moderno approccio al controllo della qualità. Nel corso delle sue attività formative in Giappone, all'inizio degli anni Cinquanta, Deming osservò che i partecipanti giapponesi avevano semplificato le fasi originarie del ciclo, dando luogo alla formulazione oggi riconosciuta: Plan, Do, Check, Act, ovvero pianificare, fare, verificare e agire.

Prima di avviare un processo PDCA, occorre costruire un gruppo di lavoro che si occuperà del progetto e predisporre un piano di comunicazione. Quest'ultimo è utile al fine di garantire una comunicazione periodica dei progressi per aggiornare e informare costantemente tutto il personale coinvolto.

Il PDCA, infatti, prevede un approccio di gruppo alla risoluzione di problemi. Prima di tutto occorre stabilire un responsabile del gruppo e i suoi componenti. Quest'ultimi devono essere persone competenti nell'ambito di miglioramento, altrimenti è necessario prevedere una formazione.

Uno strumento fondamentale da elaborare è un team charter, un documento che stabilisce obiettivi, responsabilità e modalità operative del gruppo in modo da fornire chiarezza sul lavoro da svolgere.

Una volta definito il gruppo di lavoro e il team charter si entra nelle varie fasi del PDCA:

Plan (Pianificare): l'obiettivo è quello di comprendere la natura del problema e sviluppare possibili soluzioni da poi sottoporre a verifica.

Esso consiste in:

1. **Identificare e definire le priorità delle opportunità di miglioramento della qualità:** viene utilizzata una matrice di prioritizzazione per determinare quale problema o opportunità di miglioramento selezionare, e una volta selezionata, occorre fornire una sua descrizione.
2. **Elaborare una dichiarazione dell'obiettivo:** essa deve rispondere a cosa si punta a ottenere, a quale popolazione puntare e quali indicatori numerici raggiungere. Questa è infatti fondamentale per quantificare il miglioramento che si intende ottenere.
3. **Descrivere il processo attuale relativo al problema:** l'intento è quello di comprenderne il funzionamento e individuare le aree soggette al miglioramento. Vengono utilizzati diagrammi di flusso.

4. **Raccogliere dati relativi al processo attuale:** tempi, personale, costi, numero di fasi, soddisfazione dei clienti.
5. **Identificare tutte le possibili cause del problema e determinare la causa principale:** attraverso brainstorming, 5xWhy e diagramma di Ishikawa.
6. **Individuare possibili interventi di miglioramento per affrontare la causa principale e concordare quale sottoporre a verifica**
7. **Elaborare una teoria del miglioramento:** essa è una formulazione che descrive l'effetto che ci si aspetta che l'intervento abbia sul problema.
8. **Elaborare un piano d'azione**

Do (Fare): l'obiettivo è attuare il piano d'azione e questo comprende:

1. **Implementare l'intervento di miglioramento**
2. **Raccogliere e documentare dati**
3. **Documentare i problemi riscontrati e le conoscenze acquisite**

Check (Controllare): questa fase consiste nell'esaminare gli effetti dell'intervento. Qui i nuovi dati vengono confrontati con i dati di riferimento al fine di determinare se è stato ottenuto un miglioramento e se sono stati raggiunti gli indicatori definiti nella dichiarazione dell'obiettivo.

Act (Agire): l'ultima fase consiste nel verificare che il miglioramento desiderato sia stato effettivamente raggiunto. Le possibili opzioni sono:

- **Adopt (Adottare):** se il miglioramento è stato raggiunto si punta a standardizzare quest'ultimo.
- **Adapt (Adattare):** il gruppo di lavoro può decidere di ripetere la sperimentazione, raccogliere dati diversi, modificare l'intervento o apportare altre variazioni al metodo di verifica.
- **Abandon (Abbandonare):** se le modifiche apportate al processo non hanno prodotto alcun miglioramento, è necessario considerare gli insegnamenti derivati dalla prima sperimentazione e tornare alla fase "Plan".

2.4: Le norme UNI EN ISO serie 9000

Il termine qualità, come riportato nei sottocapitoli precedenti, è stato spesso interpretato in modi differenti a seconda del contesto e del periodo storico. Per questo motivo sono state definite delle norme con l'obiettivo di attribuirgli un significato preciso. In particolare, la norma UNI EN ISO 9000:2000 chiarisce gli aspetti relativi alla qualità e ne fornisce la seguente definizione:
"Grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti [2]"

Con questa definizione si sottintende che la qualità sia relativa al confronto tra ciò che qualcosa dovrebbe essere e ciò che effettivamente è. Quest'ultimo può essere identificato in un prodotto, servizio, una decisione, un documento, un'informazione o qualsiasi risultato derivante da un processo.
Il concetto di "grado" è presente anche nella definizione fornita dall'Oxford English Dictionary *(Fig.2)* che riporta in un diagramma:

- Esigenze e requisiti che cambiano continuamente
- Prestazioni che cambiano in base alle esigenze
- Qualità come differenza tra lo standard richiesto e lo standard raggiunto

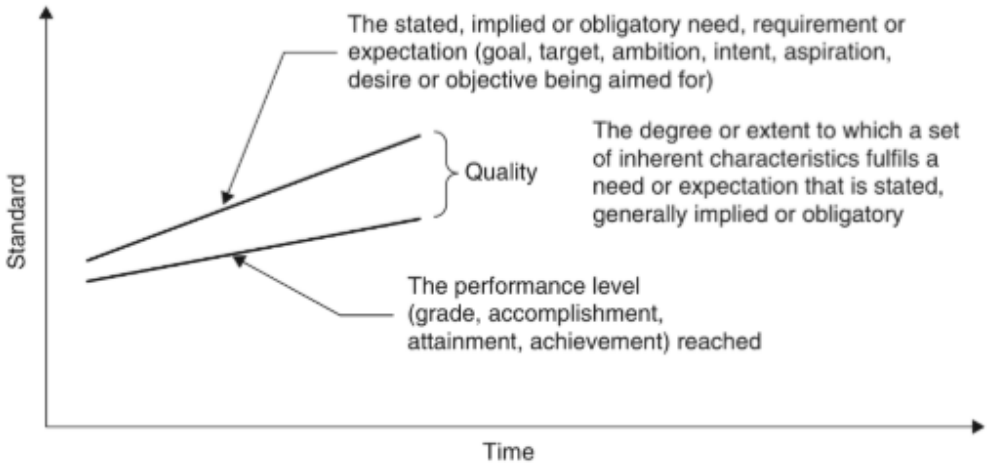


Figura 2 Definizione di Qualità secondo Oxford English Dictionary

In termini matematici, invece, la qualità può essere espressa come il rapporto tra "Caratteristiche realizzate" e "Caratteristiche attese".

A seconda del valore assunto da questo rapporto si possono avere conseguenze differenti:

- **Qualità > 1:** le caratteristiche realizzate sono superiori a quelle attese. Di conseguenza, il cliente sarà soddisfatto e maggiormente portato a tornare.
- **Qualità = 1:** le caratteristiche realizzate corrispondono esattamente a quelle richieste dal cliente. In questo caso, il cliente rimane soddisfatto se non è già abituato a quel livello di qualità; diversamente, la situazione può risultargli indifferente e sarà portato a tornare finché non troverà soluzioni migliori.
- **Qualità < 1:** le caratteristiche realizzate sono inferiori alle aspettative. Ciò genera insoddisfazione nel cliente, con il rischio di perderlo e di produrre una cattiva reputazione per l'azienda.

L'azienda deve essere quindi in grado di offrire un prodotto che soddisfi almeno in misura pari le esigenze dei clienti. A questo scopo, le norme UNI EN ISO della serie 9000 forniscono i requisiti per il Sistema di Gestione della Qualità, che comprende una serie di elementi, quali la definizione delle responsabilità, delle regole, dei metodi operativi e delle modalità di controllo, al fine di garantire che quanto prodotto rispetti gli obiettivi aziendali.

Le norme della Serie 9000 che fanno particolare riferimento alla qualità sono la UNI EN ISO 9000, la UNI EN ISO 9001 e la UNI EN ISO 9004.

Queste definiscono la capacità di un'azienda di gestire la qualità attraverso l'analisi dell'efficienza dell'intero processo che ha portato alla realizzazione del prodotto, concentrandosi sull'interazione tra i singoli processi che compongono il processo complessivo.

Nel corso degli ultimi decenni, le norme ISO 9000 hanno subito diverse modifiche per adattarsi ai cambiamenti tecnologici e alle nuove esigenze di mercato.

La prima edizione delle norme ISO 9000, pubblicata nel 1987, rappresentò il primo riferimento internazionale per la gestione della qualità. In questa fase

iniziale, le norme erano rivolte prevalentemente ai settori industriali ad alta criticità, come quello nucleare e aerospaziale, risultando meno adatte ad altri ambiti produttivi.

Nel 1994 venne pubblicato un aggiornamento che estendeva l'attenzione non solo agli aspetti tecnici, ma anche a quelli organizzativi, imprenditoriali e commerciali.

Una svolta significativa si ebbe con la revisione del 2000, che introdusse un unico modello di sistema di gestione della qualità applicabile a qualsiasi organizzazione, indipendentemente dalle dimensioni o dal settore. L'approccio di questa revisione è basato sui processi e favorì l'integrazione con altri sistemi di gestione, come quelli relativi alla tutela dell'ambiente, salute e sicurezza sul lavoro.

L'ultima revisione della norma è stata pubblicata nel maggio 2026, con l'introduzione della ISO 9000:2026, che sostituisce la precedente ISO 9000:2015. Quest'ultima aveva introdotto una maggiore enfasi sull'analisi del contesto organizzativo, sulla gestione dei rischi e delle opportunità e sul miglioramento continuo. La nuova edizione aggiorna invece concetti, terminologia e principi della gestione per la qualità, adeguandoli alle moderne esigenze organizzative e tecnologiche.

2.4.1: La norma ISO 9001

La norma ISO 9001 definisce lo standard di riferimento per la gestione della qualità, applicabile a qualsiasi tipo di organizzazione e settore. Lo standard si basa su requisiti concordati a livello globale per la realizzazione di un sistema di gestione della qualità.

L'obiettivo è aumentare l'efficienza e l'efficacia dei processi interni e migliorare la competitività sul mercato, favorendo al contempo la fidelizzazione dei clienti. Lo scopo principale è infatti garantire una soddisfazione duratura del cliente attraverso il miglioramento continuo delle prestazioni del prodotto o del servizio offerto dall'azienda.

Un importante vantaggio della norma riguarda la possibilità di mantenere sotto controllo le prestazioni dei processi aziendali, riducendo il rischio di discostarsi dal livello di qualità promesso per il prodotto o il servizio.
La norma ISO 9001 viene utilizzata da diverse tipologie di organizzazioni, tra cui piccole e medie imprese in cerca di maggiore credibilità, produttori interessati a garantire la stabilità dei propri processi e agenzie pubbliche che mirano a rafforzare la trasparenza e la fiducia.
La certificazione ISO 9001 è volontaria e viene generalmente richiesta in situazioni quali:

- processi di approvazione dei fornitori;
- gare d'appalto governative;
- partenariati internazionali;
- settori particolarmente sensibili alla qualità.

Quando viene richiesta la certificazione, l'azienda è sottoposta al controllo di un organismo di certificazione indipendente che, in caso di soddisfacimento dei requisiti previsti, rilascia la certificazione.
Tra gli elementi principali della norma rientrano:

- impegno della leadership e attenzione al cliente;
- approccio per processi;
- pensiero basato sul rischio;
- gestione delle informazioni documentate;
- monitoraggio, misurazione e valutazione delle performance;
- miglioramento continuo.

Questi elementi permettono alle aziende di comprendere il funzionamento dei propri processi e di individuare eventuali lacune sulle quali intervenire attraverso azioni di miglioramento.

2.4.2: I sette principi della qualità

I principi della gestione per la qualità costituiscono i concetti fondamentali alla base di una gestione efficace della qualità e rappresentano il fondamento

su cui vengono costruiti il Sistema di Gestione per la Qualità (SGQ) e i relativi requisiti.

I principi sono strettamente collegati tra loro e risultano più efficaci quando vengono applicati congiuntamente, poiché si rafforzano reciprocamente e contribuiscono a migliorare le decisioni, le prestazioni e il raggiungimento di un successo duraturo. Nessun principio è considerato più importante degli altri, in quanto sono tutti interrelati e interdipendenti.

I sette principi della gestione per la qualità sono:

1. Orientamento al cliente
2. Leadership
3. Coinvolgimento delle persone
4. Approccio per processi
5. Miglioramento
6. Processo decisionale basato sulle evidenze
7. Gestione delle relazioni

2.4.1.1: Orientamento al cliente

Il successo delle organizzazioni deriva principalmente dalla capacità di soddisfare costantemente le esigenze dei clienti. Questo non consiste soltanto nel fornire prodotti e servizi conformi ai requisiti, ma anche nel comprendere ciò che i clienti e le altre parti interessate considerano importante, anticipare ciò che desiderano e comprendere come tali desideri evolvono nel tempo, utilizzando queste informazioni per orientare le decisioni dell'organizzazione.

In questo modo, le organizzazioni possono costruire fiducia, rafforzare le relazioni e creare le condizioni per un successo duraturo. Ogni interazione con i clienti rappresenta un'opportunità per accrescere la fiducia.

Ascoltare i clienti e adattarsi alle loro esigenze in continua evoluzione consente alle organizzazioni di continuare a creare valore nel tempo.

2.4.1.2: Leadership

La Leadership è uno dei pilastri fondamentali che garantisce l'efficacia della gestione della qualità.

Per il raggiungimento del successo e la creazione continua del valore occorre che il leader stabilisca obiettivi condivisi e dimostri impegno e sicurezza nelle proprie azioni.

I leader che rispettano queste condizioni contribuiscono alla costruzione di una cultura che prevede l'integrazione della qualità nell'azienda, comportamento etico del personale e partecipazione attiva ai processi. Nel momento in cui le persone comprendono che il proprio lavoro ha generato valore per l'azienda e per il raggiungimento degli obiettivi, sono più preparati ad affrontare problemi e più motivati nel miglioramento continuo.

2.4.1.3: Coinvolgimento delle persone

Le persone sono il cuore dell'organizzazione di successo. Quest'ultimo, infatti, si raggiunge se tutto il personale che opera all'interno dell'azienda, a prescindere dal ruolo o dal livello, è coinvolto e in grado di contribuire.

Il coinvolgimento delle persone implica anche la consapevolezza del contributo che il proprio lavoro offre alla qualità, alla soddisfazione del cliente e al raggiungimento degli obiettivi dell'organizzazione. La disponibilità di competenze, risorse e fiducia permette alle persone di assumersi la responsabilità delle proprie attività, favorendo l'individuazione dei problemi, la condivisione delle conoscenze e il miglioramento continuo.

L'investimento nelle competenze e nel coinvolgimento delle persone contribuisce a rafforzare la cultura della qualità e a creare un ambiente favorevole alla motivazione, alla collaborazione e all'innovazione.

2.4.1.4: Approccio per processi

Le organizzazioni ottengono risultati maggiori quando gestiscono le attività come processi integrati e non scollegati tra loro. Quest'ultimi, infatti, sono spesso collegati tra loro e ciò che avviene in un'area influenza decisioni e compiti che avvengono in una differente.

L'approccio per processi permette di comprendere e gestire le relazioni tra le diverse attività, considerando gli input e gli output, le responsabilità, i controlli e gli indicatori di prestazione. La gestione coordinata dei processi consente di migliorare le prestazioni, rafforzare la capacità dell'organizzazione di affrontare le situazioni avverse e gestire in modo più efficace i rischi.

È inoltre importante considerare le relazioni tra i processi di gestione per la qualità e quelli relativi ad altri ambiti, come la sicurezza, la cybersecurity e la gestione ambientale. Allo stesso modo, occorre tenere conto dei processi affidati o forniti da soggetti esterni, quali fornitori e partner. La catena del valore deve essere quindi considerata nel suo complesso per comprendere meglio le interazioni tra processi e per sfruttare i vantaggi che ne derivano.

2.4.1.5: Miglioramento

Il successo di un'organizzazione deriva da un processo continuo di miglioramento e non solo da piccoli obiettivi raggiunti. La continua ricerca di efficienza nel lavoro e nei processi porta ad un rafforzamento delle prestazioni e a un costante valore creato nel tempo.

Il miglioramento può assumere forme diverse: può essere incrementale, radicale, correttivo, preventivo o innovativo. Può riguardare i prodotti e i servizi, i processi, l'esperienza del cliente, la cultura organizzativa, le prestazioni dell'organizzazione e, più in generale, l'intero sistema di gestione per la qualità.

La cultura del miglioramento continuo si basa sul mettere in discussione ogni attività che si svolge, creare nuove idee e individuare nuove opportunità. Ciò è possibile considerando anche soggetti esterni all'azienda, come clienti e fornitori e prendendo in esame dati delle prestazioni o informazioni derivanti da audit.

2.4.1.6: Processo decisionale basato sulle evidenze

La stabilità di un'organizzazione si basa sempre su decisioni, che siano a lungo o breve termine. Quest'ultime devono quindi basarsi su evidenze e non su supposizioni.

Le evidenze provengono da diverse fonti quali clienti, organizzazioni esterne, dati e informazioni da audit. L'analisi di queste insieme all'esperienza e al giudizio professionale consente di valutare in modo più efficiente diverse situazioni e di prendere decisioni consapevoli.

L'utilizzo di un processo decisionale strutturato permette inoltre di valutare l'affidabilità delle informazioni disponibili, individuare eventuali distorsioni o limiti e disporre di una base solida sulla quale fondare le decisioni dell'organizzazione.

2.4.1.7: Gestione delle relazioni

L'ultimo pilastro è uno dei più importanti per la durabilità dell'organizzazione nel tempo. Il rapporto con persone e organizzazioni esterne è infatti fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi aziendali.

Anche se i clienti rimangano un elemento centrale, è altrettanto importante mantenere un dialogo e una collaborazione attiva con le diverse parti interessate, tra cui fornitori, partner, autorità di regolamentazione, investitori e comunità locali.

La costruzione di relazioni forti e durature, basate su fiducia e collaborazione, permette all'azienda di raggiungere obiettivi con più facilità, affrontare meglio le difficoltà e rispondere in modo più efficiente alle richieste del mercato.

2.5: Six Sigma

Nel contesto dell'evoluzione del Sistema di Gestione della Qualità si afferma il Six Sigma, una metodologia orientata al miglioramento continuo dei processi attraverso analisi di dati.

Essa fu introdotta dall'ingegnere Bill Smith presso Motorola nel 1980 con l'intento di migliorare la qualità e ridurre i difetti, e si è successivamente diffusa in numerose organizzazioni e settori industriali. L'obiettivo principale del Six Sigma consiste nel favorire il miglioramento delle prestazioni aziendali attraverso la riduzione della variabilità dei processi.

Il concetto di "Six Sigma" deriva dal termine sigma (σ), utilizzato in statistica per indicare la deviazione standard, che misura quanto i dati si discostano dal

valore medio. Il livello sigma permette quindi di valutare quanto un processo sia in grado di produrre risultati conformi alle specifiche, cercando di ridurre il più possibile la variabilità.

L'obiettivo del Six Sigma è fare in modo che i limiti di specifica siano sufficientemente lontani dal valore medio del processo, così da ridurre la possibilità che si verifichino difetti. Secondo la convenzione Six Sigma, un processo che raggiunge il livello Six Sigma presenta 3,4 difetti per milione di opportunità (DPMO), corrispondenti a una percentuale di risultati conformi pari al 99,99966%.

Il valore di 3,4 DPMO considera anche un possibile spostamento della media del processo di 1,5 deviazioni standard, dovuto alle normali variazioni che possono verificarsi nel tempo. Per questo motivo, il valore di 3,4 DPMO rappresenta una convenzione del modello Six Sigma. L'obiettivo principale rimane comunque quello di ridurre la variabilità, eliminare i difetti e migliorare continuamente le prestazioni del processo.

Questa metodologia si è evoluta nel tempo, definendo tre generazioni.

La prima generazione poneva la sua attenzione sull'eliminazione dei difetti e la riduzione della variabilità.

La seconda generazione aveva gli stessi obiettivi della prima ma venne introdotto il collegamento tra essi e i progetti finalizzati al miglioramento delle prestazioni aziendali.

Nella terza generazione il Six Sigma si concentra sulla creazione di valore per l'organizzazione e tutti i suoi stakeholders. Quest'ultima può consistere nell' aumento del valore delle azioni e dei dividendi, nel mantenimento o l'espansione dei posti di lavoro, nell'aumento della domanda di prodotti e servizi dell'azienda, nello sviluppo di nuovi prodotti o servizi capaci di raggiungere nuovi mercati e nell'aumento della soddisfazione dei clienti.

Il Six Sigma si basa sul modello di miglioramento **DMAIC** *(Fig. 3)* acronimo di *Define* (Definire), *Measure* (Misurare), *Analyze* (Analizzare), *Improve* (Migliorare) e *Control* (Controllare). Questo modello rappresenta una guida

strutturata per i gruppi di progetto impegnati nella risoluzione dei problemi di qualità, fornendo un approccio sistematico al miglioramento dei processi.
In particolare:

- ***Define:*** identificare il problema e comprendere chi è il cliente e quali sono le sue esigenze e gli aspetti più importanti per lui. Da qui determinare il progetto più appropriato per migliorare il processo e soddisfare i requisiti del cliente.
- ***Measure:*** valutare le prestazioni del processo raccogliendo i dati attuali e confrontandoli con quelli desiderati. Tra i diversi strumenti sfruttare soprattutto i Diagrammi di Pareto per stabilire la frequenza dei problemi e le cause.
- ***Analyze:*** effettuare un'analisi delle cause alla radice (Root Cause Analysis) per individuare il motivo del verificarsi dei difetti e le cause alla base delle variabilità e delle scarse prestazioni.
- ***Improve:*** migliorare le prestazioni del processo tramite la eliminazione delle cause e modifica del processo. Misurare poi i risultati per verificare la risoluzione del problema.
- ***Control:*** implementare un piano di mantenimento delle prestazioni e risultati del processo nel tempo.



Figura 3 DMAIC

2.6: Il ruolo del Customer Quality Engineer

Il **Quality Engineer** ha il compito di analizzare e gestire le attività volte a garantire l'efficienza qualitativa dei prodotti finiti sia in fase di sviluppo progetto sia in assistenza post vendita. Le sue responsabilità riguardano principalmente la definizione delle caratteristiche qualitative che un prodotto deve possedere prima di poter essere commercializzato. Inoltre, interviene nelle attività di verifica della conformità e nei controlli in itinere, con l'obiettivo di garantire il mantenimento di uno standard qualitativo costante.

Tra le sue mansioni rientrano l'esecuzione di controlli sui processi produttivi e sui prodotti, al fine di verificare che le loro caratteristiche siano conformi agli standard qualitativi stabiliti. Qualora vengano riscontrate non conformità, il Quality Engineer è chiamato a individuarne le possibili cause e a promuovere le opportune azioni correttive sul processo produttivo.

Tra gli aspetti oggetto di analisi rivestono particolare importanza la sicurezza e l'affidabilità del prodotto, la soddisfazione del cliente e la minimizzazione dei costi. Per lo svolgimento delle proprie attività, il Quality Engineer collabora in modo trasversale tra i vari dipartimenti interni, come con i fornitori, con il reparto produttivo e con i clienti.

Il Customer Quality Engineer rappresenta una specializzazione del ruolo di Quality Engineer ed è la figura responsabile della gestione dei reclami dei clienti. Si tratta di un ruolo strategico, poiché costituisce il principale punto di collegamento tra il cliente e l'organizzazione aziendale. Per svolgere efficacemente questa funzione, deve possedere le stesse competenze del Quality Engineer ed essere in grado di applicarle nella gestione del rapporto con il cliente.

È responsabile di tutti i lotti in corso che presentano problematiche qualitative. Ha il compito di supportare audit, indagini e visite dei clienti finalizzate all'individuazione delle cause radice. Inoltre, fornisce assistenza durante il lancio di nuovi prodotti e partecipa alle attività di controllo e pianificazione della qualità. Riveste infine un ruolo fondamentale nella

definizione di nuove metodologie per la risoluzione dei problemi di qualità, successivamente condivise con il team.

Il Customer Quality Engineer possiede competenze trasversali che gli consentono di operare efficacemente nel proprio ruolo. Deve essere in grado di lavorare in autonomia, definire gli obiettivi da raggiungere e adottare un approccio orientato al problem solving. È inoltre fondamentale che disponga di solide soft skills, in particolare di natura relazionale, affiancate alle hard skills tipiche di una formazione universitaria in discipline tecniche e scientifiche. Tra le competenze richieste rientrano anche capacità analitiche, pensiero critico, attenzione ai dettagli e capacità di lavorare in team.

La routine quotidiana comprende la raccolta dei reclami, la loro clusterizzazione in base ai prodotti o alle parti di ricambio interessati, l'esecuzione di test per verificarne la fondatezza e l'attuazione delle azioni necessarie alla risoluzione delle criticità riscontrate.

Nel caso di clienti di particolare rilevanza, è inoltre necessario instaurare un rapporto di stretta collaborazione. A tal fine, con cadenza mensile viene redatto un report sull'andamento delle attività rispetto alle pianificazioni.

Per quanto riguarda il lato B2C, le segnalazioni sono molto più numerose e provengono da clienti differenti. Il Customer Quality Engineer deve essere in grado di analizzarle tutte, poiché nel B2C tutti i clienti hanno la stessa rilevanza, e definire un andamento generale in base al prodotto o alla parte di ricambio. Mensilmente vengono quindi elaborati i risultati relativi a ciascun prodotto e il compito del CQE consiste nell'individuare quelli che presentano le prestazioni peggiori in termini di rapporto tra interventi e volumi di produzione, adottando strategie volte a ridurre tale rapporto. Queste riguardano principalmente analisi dei dati, Root Cause Analysis, azioni correttive ecc...

Per quanto riguarda il B2B, la procedura risulta più complessa. I clienti, infatti, richiedono aggiornamenti continui sui difetti segnalati dai clienti finali e sulle strategie che l'azienda adotta per mitigarli. A questo scopo vengono utilizzati

documenti come l'8D, il 5xWhy e il diagramma di Ishikawa, strumenti fondamentali che descrivono l'intero processo di mitigazione, dall'individuazione del difetto fino alla sua risoluzione, riportando le possibili cause radice e le motivazioni che ne hanno determinato l'insorgenza.

Capitolo 3: la gestione della qualità clienti in Elica

Dopo aver presentato il contesto aziendale e il percorso di tirocinio, è opportuno approfondire le modalità con cui Elica gestisce la qualità dei propri prodotti e, in particolare, il ruolo svolto dalla funzione Customer Quality. Comprendere i processi di controllo, gli strumenti utilizzati per il miglioramento continuo e l'intero processo di sviluppo dei progetti risulta infatti essenziale per inquadrare il progetto oggetto della presente tesi. Per questo motivo, il capitolo illustra il Piano Qualità aziendale, le attività di Customer Quality finalizzate alla gestione reattiva e proattiva delle non conformità, nonché il contributo della funzione nelle fasi di sviluppo e validazione dei nuovi prodotti, attraverso la partecipazione ai Gate di prodotto e alle riunioni decisionali.

3.1: Il processo produttivo e il piano Qualità di Elica

La qualità all'interno di Elica è gestita secondo un approccio di miglioramento continuo riconducibile al ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), che consente di integrare la qualità nelle diverse fasi di gestione e svolgimento dei processi aziendali. Nella fase di **Plan**, la qualità viene considerata già a partire dalla pianificazione degli obiettivi aziendali: Elica definisce la Politica per la Qualità, l'Ambiente e la Sicurezza, stabilisce obiettivi e indicatori di prestazione (KPI) e pianifica le attività, le responsabilità, le tempistiche e le risorse necessarie al loro raggiungimento. La pianificazione comprende inoltre la definizione dei processi e dei relativi indicatori di prestazione, nonché l'identificazione dei rischi e delle opportunità. Anche nella progettazione e nello sviluppo dei

prodotti la qualità viene integrata fin dalle fasi iniziali, attraverso l'analisi di fattibilità, la definizione dei requisiti e la predisposizione del piano di progettazione.

La fase di **Do** riguarda la realizzazione delle attività pianificate. In questa fase Elica svolge le attività produttive secondo processi definiti e documentati, assicurando che siano disponibili risorse, competenze e strumenti adeguati. Durante la produzione vengono effettuati controlli sui prodotti e sui processi, con registrazione dei risultati, mentre i nuovi processi produttivi vengono sottoposti, quando necessario, a specifiche attività di qualifica. Anche nella progettazione vengono realizzati disegni, documentazione tecnica e prototipi, secondo quanto previsto dal piano di progettazione.

La fase di **Check** consiste nel monitoraggio e nella verifica dei risultati ottenuti. Elica monitora i progetti, i programmi e i processi attraverso specifici KPI e attraverso le Business Review e il riesame della Direzione. La qualità viene inoltre verificata mediante attività di monitoraggio e misurazione, controlli in produzione, prove sui prodotti e audit interni. Nella progettazione, apposite attività di riesame e verifica permettono di valutare se i risultati soddisfano i requisiti iniziali e di individuare eventuali problematiche. I risultati delle verifiche vengono registrati, consentendo di disporre di informazioni utili per la valutazione delle prestazioni e dell'efficacia delle attività intraprese.

Infine, nella fase di **Act**, i risultati delle verifiche vengono utilizzati per intervenire sulle eventuali non conformità e favorire il miglioramento continuo. Elica prevede infatti l'individuazione delle cause delle non conformità, l'attuazione di azioni correttive e la successiva verifica della loro efficacia, con l'obiettivo di prevenirne il ripetersi. Il miglioramento continuo del sistema di gestione viene perseguito attraverso la Politica e gli obiettivi aziendali, i risultati degli audit, l'analisi dei dati, le azioni correttive e il riesame della Direzione. In questo modo, la fase conclusiva del ciclo alimenta nuovamente la pianificazione, rendendo la qualità un elemento trasversale e continuo nella gestione dei processi aziendali.

L’applicazione del ciclo PDCA trova una concreta espressione nel processo produttivo, nel quale la qualità non viene verificata esclusivamente al termine della produzione, ma viene integrata e monitorata lungo tutte le fasi del ciclo.
Il processo produttivo prende avvio con il ricevimento delle materie prime e dei componenti provenienti dai fornitori. Una volta giunti in azienda, i materiali vengono sottoposti alle attività di gestione dell'ingresso e di registrazione dei dati associati, così da garantirne la tracciabilità fin dalle prime fasi del ciclo produttivo. Contestualmente viene effettuato un controllo visivo sul 100% degli imballaggi, con lo scopo di verificare che il materiale sia arrivato nelle condizioni previste e che non siano presenti anomalie immediatamente riscontrabili.
Al termine della registrazione, il materiale viene sottoposto a un primo controllo, denominato *Delivery Control*, che rappresenta il primo punto decisionale del processo. Se il controllo evidenzia delle non conformità, il materiale non viene introdotto nel ciclo produttivo ma viene gestito attraverso il processo di gestione delle non conformità in ingresso, con il successivo reso al fornitore. Tale gestione viene registrata all'interno del sistema SAP e comunicata tramite il portale dedicato ai fornitori. Qualora, invece, il controllo abbia esito positivo, il materiale può proseguire verso la fase successiva.
Il passo successivo è rappresentato dalle attività di controllo qualità e dalle prove di accettazione eseguite sul materiale in ingresso. In questa fase vengono effettuati controlli statistici da parte del personale addetto alla qualità e specifiche attività ispettive, finalizzate a verificare che il materiale soddisfi i requisiti richiesti prima di essere immesso nel processo produttivo.
Al termine delle verifiche viene eseguito il controllo di *Incoming Quality Control* (IQC). Se il materiale risulta conforme, esso viene registrato nel sistema informativo aziendale e trasferito nell'area di stoccaggio o direttamente destinato alla produzione. In caso contrario, il materiale viene restituito al fornitore oppure avviato allo scarto con l'applicazione delle

procedure previste, anche in questo caso mediante la registrazione dell'evento nel sistema SAP.

Una volta superati i controlli in ingresso, il materiale viene trasferito nell'area di stoccaggio e successivamente inviato al reparto delle lavorazioni meccaniche. In questa fase vengono eseguite tutte le operazioni di trasformazione previste dal processo produttivo, tra cui il taglio laser, la punzonatura, la pressatura, la piegatura, la saldatura e le operazioni di finitura superficiale. Durante tali lavorazioni sono previsti controlli statistici eseguiti dagli operatori, attività ispettive da parte del personale Qualità e specifiche qualificazioni del processo da parte dei responsabili di reparto.

Al termine delle lavorazioni meccaniche viene effettuato un controllo di qualità in processo (*In Process Quality Control*, IPQC). Lo scopo di questa verifica è quello di individuare tempestivamente eventuali difetti prima che il prodotto prosegua verso le fasi successive della produzione. Se il controllo conferma la conformità del componente, questo viene registrato nel sistema SAP e può avanzare nel ciclo produttivo. Diversamente, il materiale viene sottoposto a un'analisi della non conformità. A seguito dell'analisi viene valutata la possibilità di recuperare il componente attraverso una rilavorazione. Se la rilavorazione è tecnicamente possibile, il componente viene inviato al processo di *Material Reworking*; in caso contrario viene classificato come materiale non conforme destinato allo scarto.

Successivamente il prodotto entra nel reparto di verniciatura, dove viene eseguito il processo di verniciatura a polvere. Anche questa fase è caratterizzata dalla presenza di controlli qualità eseguiti direttamente dagli operatori, che effettuano verifiche di tipo estetico e visivo sul componente, oltre a specifiche attività di qualificazione del processo affidate ai responsabili di reparto. Al termine della verniciatura viene eseguito un ulteriore controllo IPQC. Qualora vengano rilevate delle non conformità, il componente viene nuovamente sottoposto all'analisi della qualità per determinarne la possibilità

di rilavorazione. Se il componente può essere recuperato, esso viene rilavorato; in caso contrario viene definitivamente scartato.

Dopo il completamento della verniciatura il prodotto passa alla fase di assemblaggio. Anche durante questa lavorazione sono previste attività di qualificazione del processo, in particolare per le operazioni di serigrafia e incollaggio, oltre ai consueti controlli estetici e visivi effettuati dagli operatori. Al termine dell'assemblaggio viene eseguita un'ispezione a campione, finalizzata a verificare la conformità del componente assemblato. Un eventuale esito negativo comporta l'avvio di un'analisi della qualità, mentre il superamento del controllo consente il passaggio alla fase successiva.

Il prodotto viene quindi successivamente assemblato in tutte le sue parti e viene sottoposto alle prove di sicurezza (*Safety Test*), durante le quali vengono verificati gli aspetti funzionali e di sicurezza mediante sistemi automatici di collaudo. A valle vengono svolte attività di audit da parte degli ispettori qualità. Qualora il prodotto non superi il collaudo, viene nuovamente effettuata un'analisi della non conformità per stabilire se esso possa essere rilavorato oppure debba essere destinato allo scarto. Solo i prodotti che superano tutte le verifiche possono proseguire verso le fasi finali del processo.

Successivamente viene effettuata la fase di imballaggio del prodotto. Anche dopo il confezionamento è previsto un ulteriore controllo a campione, finalizzato a verificare la qualità del prodotto finito prima della sua immissione a magazzino. Se durante questo controllo emergono delle anomalie, il prodotto viene sottoposto a un'ispezione qualità più approfondita. Al termine di tale verifica viene presa la decisione finale: nel caso in cui l'esito sia positivo, il prodotto viene trasferito nell'area di stoccaggio del prodotto finito; qualora invece il controllo evidenzi una non conformità, il lotto viene bloccato (*Batch Stoppage*) impedendone la distribuzione fino alla risoluzione delle problematiche riscontrate.

I prodotti conformi vengono quindi trasferiti al magazzino del prodotto finito, dove vengono registrati nel sistema gestionale prima di essere destinati alle

spedizioni verso il cliente. Il processo si conclude con la gestione delle consegne e con le attività post-vendita relative ai reclami e ai resi, che rappresentano l'ultima fase del flusso descritto dal piano qualità.

Durante l'intero processo produttivo tutte le fasi sono supportate da procedure operative, istruzioni di lavoro e documentazione del sistema qualità, richiamate in corrispondenza delle diverse attività. Parallelamente, le principali operazioni di controllo, accettazione, registrazione delle non conformità e gestione dei materiali vengono tracciate attraverso il sistema SAP, garantendo la completa registrazione delle informazioni e la tracciabilità del prodotto lungo l'intero ciclo produttivo.

3.2: Gestione del Customer Quality

La gestione dei mercati e quindi successivamente anche dei reclami, è suddivisa per clienti Business to Business (B2B) e clienti Business to Consumer (B2C).

Nel contesto B2B, l'intero processo è basato e orientato esclusivamente al cliente. Ogni attività viene svolta rispettando i contratti stipulati e le specifiche richieste dei diversi costruttori OEM. Per la gestione delle problematiche vengono utilizzati formati standardizzati, tra cui il metodo di problem solving 8D, nel caso di problematiche più gravi o serie che richiedono approfondimenti specifici, che garantisce una comunicazione trasparente e una risoluzione sistematica delle non conformità secondo gli standard qualitativi richiesti dal cliente.

Per i clienti B2C, come per i clienti OEM, vengono applicate procedure interne standardizzate e condivise anche con i fornitori dell'azienda, al fine di garantire un approccio uniforme alla gestione delle segnalazioni e alla risoluzione dei problemi lungo l'intera supply chain. Il processo di gestione della qualità, infatti, rimane invariato tra i diversi clienti.

Le attività del Customer Quality comprendono sia una componente reattiva sia una componente proattiva.

L'attività reattiva consiste nella gestione delle segnalazioni e dei reclami con l'obiettivo di garantire la soddisfazione del cliente attraverso una risoluzione sistematica dei problemi.

L'attività proattiva, invece, utilizza l'esperienza acquisita dall'analisi dei reclami per trasformare il feedback dei clienti in miglioramenti concreti dei processi produttivi e dei prodotti futuri.

3.2.1: Gestione reattiva

La gestione reattiva della qualità ha inizio nel momento in cui il CQE riceve un reclamo.

3.2.1.1: Customer Quality Notification

Ogni segnalazione determina immediatamente la creazione di una **Customer Quality Notification (CQN)** all'interno del sistema aziendale *(Fig.4)*.

elica	SCHEDA RECLAMI CLIENTI						M-P03-SRE/2
Claim Number *Numero reclamo*	Plant *Stabilimento*	Date *Data*	Customer *Cliente*	Model *Modello*	Part Number *Codice Prodotto*	Quantity *Quantità*	Serial Number *Numero di Serie*
Problem destription *Descrizione Problema*			Action Request *Azione Richiesta*		Incident (I) / Concern (C)	8D Required *Richiesta 8D*	Defect Class *Tipologia Difetto*
Pictures *Immagini*							

Figura 4 Customer Quality Notification

La CQN viene compilata con l'obiettivo di raccogliere e organizzare in modo strutturato tutte le informazioni relative a un reclamo ricevuto. La registrazione e l'analisi di questi dati consentono di gestire la singola segnalazione lungo l'intero processo, dalla presa in carico fino alla sua risoluzione, nonché di elaborare Key Performance Indicators (KPI) utili alle fabbriche per monitorare e valutare le prestazioni della produzione.

L’analisi aggregata delle informazioni raccolte permette inoltre di individuare eventuali problematiche ricorrenti o trasversali ai diversi plant. In questo modo, le soluzioni adottate possono essere condivise come *lesson learned* e utilizzate per prevenire il ripetersi delle medesime problematiche negli altri stabilimenti.

La notifica raccoglie tutte le informazioni disponibili relative al prodotto interessato, alla descrizione del difetto riscontrato e all’impatto che il problema ha generato al cliente.

Il documento viene compilato partendo dalla voce "Claim Number", nella quale viene riportato il numero identificativo della segnalazione. Viene indicato il plant soggetto, ovvero lo stabilimento produttivo a cui dovrà essere inviata la notifica, la data in cui quest'ultima viene effettuata e il nome del cliente. È definito poi il modello del prodotto a cui si fa riferimento, il relativo codice identificativo, che può essere PRF nel caso di prodotto finito o una diversa nomenclatura nel caso di una parte specifica, la quantità difettata e tutti i seriali presi in oggetto.

Nella seconda riga viene descritto il problema in modo chiaro, senza entrare nei dettagli, indicando la problematica e le azioni richieste da segnalare al plant in risposta alla notifica.

I difetti vengono clusterizzati seguendo due categorie diverse, la prima più superficiale (Incident o Concern) e la seconda più di dettaglio (S-A-B-C).

Un **Concern** è definito come qualsiasi anomalia notificata dal cliente tramite e-mail, senza la richiesta di aprire un rapporto 8D ufficiale o di eseguire attività di smistamento, conseguente a:

a. caratteristiche tecniche e funzionali non conformi alle specifiche del prodotto;
b. difetto estetico dovuto a danni all’imballaggio e/o a lavorazione non conforme;
c. quantità errata dei componenti presenti sul prodotto e/o forniti;

d. reclami relativi a danni causati a persone o cose durante l'installazione o l'utilizzo del prodotto.

Un **Incident**, invece, è un problema di qualità del cliente con un impatto maggiore o grave, una segnalazione per cui è richiesto un documento 8D o un Concern che si ripete.

Il secondo tipo di cluster definisce la gravità del difetto in una scala che va da C a S.

Il grado C è il meno grave e indica un difetto che può essere rilevato da personale esperto, ma non è percepito dai normali utilizzatori. Ad esempio, una leggera differenza di allineamento tra due componenti, visibile solo a chi ha esperienza del prodotto.

Il grado B identifica un difetto che non compromette il corretto funzionamento del prodotto. Può essere individuato facilmente dal cliente, ma non comporta richieste di intervento o assistenza, come ad esempio un difetto estetico evidente (graffio o ammaccatura).

Il grado A, definito "Severe", indica un difetto che causa un funzionamento improprio del prodotto ed è facilmente rilevabile dal cliente. Questo tipo di difetto comporta richieste di assistenza. Un esempio con questo tipo di gravità è la funzione a intermittenza o mancata aspirazione del motore di una cappa.

Infine, il grado S rappresenta il livello di gravità più elevato e indica un difetto che potrebbe costituire un rischio per la salute dell'utilizzatore del prodotto come, ad esempio, un cavo scoperto accessibile da quest'ultimo.

All'interno della Customer Quality Notification generalmente si richiede l'inserimento di immagini o video che spieghino ulteriormente la natura del problema segnalato.

Una volta compilate, tutte le CQN vengono condivise con gli stabilimenti produttivi dell'azienda situati in Italia, Polonia e Messico attraverso canali di comunicazione centralizzati. Questo sistema consente a tutte le sedi produttive di essere costantemente informate sull'andamento delle problematiche riscontrate sul mercato.

Ogni notifica viene inserita all'interno di uno specifico piano d'azione nel quale vengono definiti i responsabili delle attività, le scadenze e i principali step di avanzamento.

Il monitoraggio delle attività avviene tramite riunioni di follow-up settimanali che coinvolgono diversi enti impattati. Durante questi incontri vengono messe in discussione tramite brainstorming, le varie problematiche, seguendo sempre e comunque un approccio 8D. Dalla valutazione delle azioni di contenimento, fino alla verifica degli avanzamenti delle azioni correttive, introduzione delle azioni correttive per eliminare le cause dei problemi e relative reoccurrence.

3.2.1.2: 5xWhy

L'analisi della causa radice rappresenta una fase fondamentale nella gestione reattiva delle problematiche, poiché consente di individuare l'origine di una non conformità e di definire interventi correttivi efficaci. A tale scopo viene utilizzato il metodo dei 5 Why, uno strumento strutturato che permette di risalire alla causa radice di un problema attraverso una sequenza di domande formulate in modo progressivo.

La metodologia, originariamente sviluppata da Sakichi Toyoda, si basa sul principio secondo cui «ripetendo la domanda *perché* cinque volte, la natura del problema e la relativa soluzione diventano chiare». Il procedimento consiste nel formulare ripetutamente la domanda *"Perché?"* a partire dal problema individuato, registrando la risposta a ciascun livello di analisi. Ogni risposta costituisce il punto di partenza per il quesito successivo, consentendo di approfondire progressivamente le possibili cause fino a identificare quella radice.

Nonostante il metodo sia comunemente noto come 5 Why, il numero di domande non è necessariamente limitato a cinque: in alcuni casi possono essere sufficienti meno passaggi, mentre in altri è necessario proseguire l'analisi per individuare la causa effettiva del problema.

Il metodo è particolarmente indicato nelle attività di analisi svolte da gruppi di lavoro, in quanto favorisce una comprensione approfondita della problematica e può essere integrato con altre tecniche, come il brainstorming o il diagramma causa-effetto, rafforzando il processo di individuazione della causa radice.

3.2.1.3: Diagramma di Ishikawa

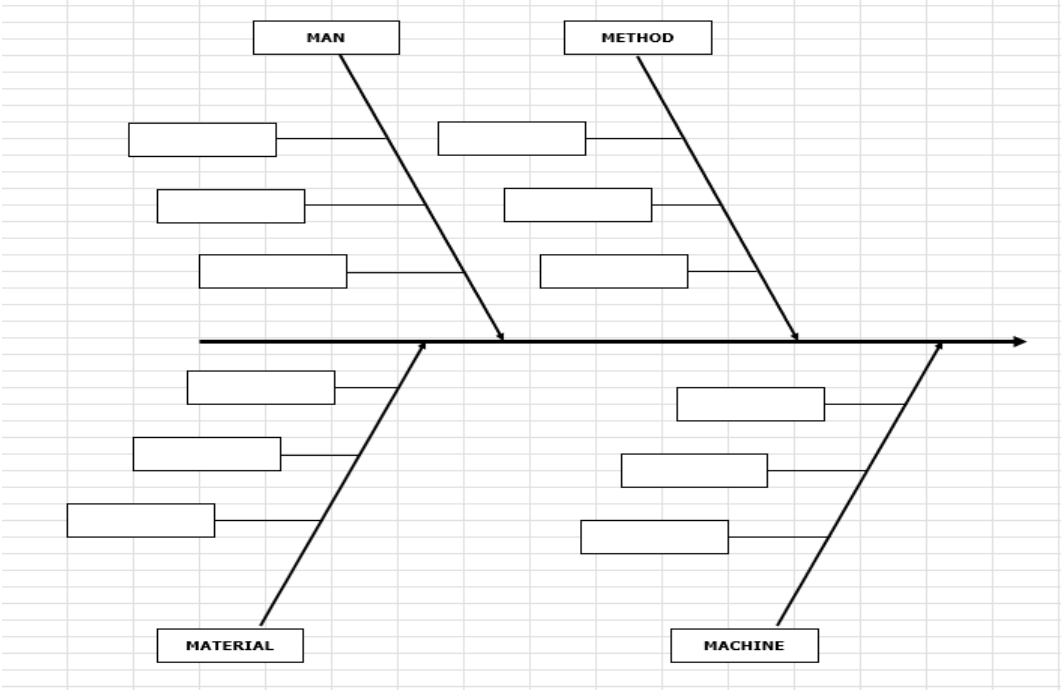


Figura 5 Diagramma di Ishikawa

Nel contesto della gestione reattiva delle problematiche, il diagramma di Ishikawa *(Fig. 5)* rappresenta uno strumento di supporto all'analisi della causa radice e può essere utilizzato in combinazione con il metodo dei 5 Why. Mentre il 5 Why consente di approfondire progressivamente una possibile causa attraverso una sequenza di domande, il diagramma di Ishikawa permette di ampliare l'analisi, individuando, classificando e organizzando le diverse cause potenziali associate a un problema.

Il diagramma di Ishikawa, noto anche come diagramma causa-effetto o *Fishbone diagram*, è uno degli strumenti maggiormente utilizzati nella gestione della qualità ed è considerato uno dei sette strumenti base della

qualità. Sviluppato da Kaoru Ishikawa, il diagramma deve il proprio nome alla caratteristica forma grafica che assume una volta completato, simile allo scheletro di un pesce. La "testa" del diagramma rappresenta il problema o l'effetto da analizzare, mentre le diverse "lische" rappresentano le principali categorie di cause che possono potenzialmente contribuire alla sua manifestazione.

Lo strumento consente di identificare le possibili cause di un problema attraverso la loro classificazione in categorie predefinite, facilitando così un'analisi strutturata e sistematica. Tra le categorie più comunemente utilizzate rientrano le 4M: *Man*, *Method*, *Material* e *Machine*, riferite rispettivamente alle persone, ai metodi, ai materiali e ai macchinari. A queste può essere aggiunta la categoria Environment, relativa ai fattori ambientali e organizzativi. In particolare, la categoria *Man* comprende gli aspetti legati alle risorse umane, quali competenze, formazione e comportamento; *Method* riguarda processi, procedure e tecniche; *Material* comprende materie prime, componenti e materiali di fornitura; *Machine* è riferita ad apparecchiature, utensili e tecnologie; infine, *Environment* considera i fattori connessi sia all'ambiente fisico sia a quello organizzativo.

All'interno di ciascuna categoria vengono quindi riportati i singoli fattori che potrebbero aver contribuito all'insorgenza del problema. Tale struttura risulta particolarmente efficace durante le sessioni di *brainstorming*, poiché consente ai team di raccogliere e organizzare le diverse ipotesi di causa in modo ordinato, favorendo una visione complessiva del problema e delle relazioni tra i fattori coinvolti. Il diagramma non identifica necessariamente in modo diretto la causa radice, ma costituisce un valido supporto per ampliare il campo di analisi e mirare le attività di verifica.

Nei progetti di dimensioni ridotte o nei casi in cui sia necessario intervenire rapidamente, il diagramma di Ishikawa può essere utilizzato come strumento principale per individuare le possibili cause di un problema e orientare le relative azioni correttive. Nel caso di problematiche più complesse, invece,

può essere integrato con altri strumenti di analisi, come il metodo dei 5 Why, nell'ambito di un più ampio processo di problem solving e miglioramento continuo. In questo approccio, l'Ishikawa consente inizialmente di ampliare e strutturare l'analisi delle possibili cause, mentre il 5 Why può essere successivamente applicato alle cause più rilevanti, approfondendole progressivamente fino all'identificazione della causa radice.

3.2.1.4: 8D

Nella gestione reattiva della qualità un documento fondamentale è l'8D. Esso è utilizzato per registrare e monitorare le attività svolte durante la risoluzione di un reclamo. Il report raccoglie le informazioni relative alla problematica segnalata e consente di documentare le cause che l'hanno scatenata, le azioni intraprese per risolverla e le tempistiche previste per la risoluzione.

La procedura distingue due differenti modalità di gestione, in funzione della segnalazione ricevuta.

L'8D viene compilato seguendo un ordine ben preciso. Nella parte iniziale del documento vengono riportate informazioni generali del report, quali il titolo, il numero del documento, il fornitore, la data di emissione e di aggiornamento, il responsabile che ha aperto la segnalazione e l'area in cui è stata rilevata la non conformità *(Fig. 6)*. Sono inoltre indicati il codice del componente/prodotto interessato, la quantità consegnata, la quantità respinta e il reparto responsabile.

8D REPORT (M-P05-		update on			elica
Title		creation date:		Raised by	
		WHERE the failure occurred:		Failure information:	
Number		Incoming:	☐	Part Name (product or component)	
Distrib. to:		Production:	☐	Delivery Quantity	
Supplier		Shipping audit:	☐	Quantity Rejected	
		Customer line:	☐	Dept. Responsible	
		Customer Field:	☐		

Figura 6 Informazioni generali

La prima fase consiste nell'individuazione del gruppo di lavoro incaricato della gestione del problema *(Fig. 7)* Per ogni componente del team vengono riportati il nome, il reparto di appartenenza, la funzione ricoperta e i propri recapiti.

Viene inoltre identificato il Team Leader, responsabile del coordinamento delle attività.

D1	Problem Solving TEAM (please insert NAME; DEPT.; TEL.)					
		NAME	DEPT.	FUNCTION	MAIL	TEL.
	Team Leader					
	Team Member					
	Team Member					
	Team Member					
	Team Member					

Figura 7 Team

Nella seconda sezione viene descritta la non conformità attraverso una serie di domande che consentono di definirla in modo chiaro e oggettivo *(Fig. 8)*. In particolare, vengono indicati:

- Il componente interessato
- La descrizione del difetto riscontrato
- Il momento in cui si è verificato il problema
- Il luogo in cui è stato individuato
- La fase del processo in cui si è manifestato
- Le modalità con cui si è verificato
- A queste informazioni vanno aggiunte foto, disegni tecnici o altri allegati che documentino il difetto.

D2	Problem Description	
	Who is it about?	
	What happened?	
	When did it take place?	
	Where did it take place?	
	Which did it happen?	
	How did it happen?	
	Comment(s) and/or photo(s) (Use Annex form to upload photos)	

Figura 8 Descrizione del problema

Il terzo step riguarda le azioni di contenimento adottate nell'immediato per limitare gli effetti della non conformità. Per ciascuna azione vengono riportati la descrizione dell'intervento, il reparto responsabile della sua esecuzione, chi l'ha implementata e l'efficacia complessiva *(Fig. 9)*.

D3	Containment Action(s) - Short term actions for limiting damage			
	Description	**Responsible**	**Implemented by**	**Effectiveness**

Figura 9 Azioni di contenimento

Successivamente viene svolta l'analisi delle cause radice. Nel modello 8D adottato dall'azienda, tale analisi è stata articolata in due categorie: la Technical Root Cause (TRC), ossia la causa radice tecnica, e la Managerial Root Cause (MRC), ovvero la causa radice gestionale *(Fig.10)*. Questa distinzione è stata introdotta per evitare che l'analisi si limitasse alla sola origine tecnica del difetto e per considerare anche le condizioni organizzative che ne hanno consentito la generazione o la diffusione.

La TRC identifica il fenomeno fisico o tecnico che ha provocato la non conformità e può riguardare, ad esempio, le caratteristiche del componente, la progettazione del prodotto o i materiali impiegati. La MRC individua invece le carenze del sistema gestionale che non hanno impedito il verificarsi del problema, come controlli insufficienti, procedure incomplete, responsabilità non chiaramente definite o una formazione inadeguata del personale. Per entrambe le analisi vengono indicati il reparto responsabile e la relativa data di completamento.

Come possibile sviluppo futuro, il modello potrebbe essere ulteriormente articolato distinguendo le cause di occurrence, relative ai fattori che determinano il verificarsi della non conformità, dalle cause di detection, connesse invece all'inefficacia dei controlli che non hanno consentito di rilevare il difetto prima che il prodotto raggiungesse il mercato.

D4 A	Technical Root Cause (TRC) Analysis		
	Description (why could the failure occur?)	**Responsible**	**Completed on**
D4 B	Managerial Root Cause (MRC) Analysis		
	Description (why could the failure occur?)	**Responsible**	**Completed on**

Figura 10 Root Causes

I prossimi step riguardano la compilazione delle potenziali azioni correttive. Prima occorre definire quelle rivolte alla causa tecnica individuata nella fase precedente. Per ogni intervento, infatti, il modulo prevede l'indicazione della descrizione dell'azione, della sua efficacia, del reparto responsabile, della data di introduzione e della data a partire dalla quale l'azione risulta efficace.

Poi nella sezione successiva vengono riportate le azioni correttive rivolte alla causa gestionale individuata nell'analisi MRC. Anche in questo caso vengono compilati gli stessi campi previsti nella precedente: descrizione, efficacia, responsabile, data di introduzione e data di efficacia *(Fig. 11)*.

	Description (why could the failure occur?)			Responsible	Completed on
D5 A	Potential corrective action(s) for the TRC and proof of Effectiveness				
	Description	**Effectiveness**	**Responsible**	**Introduced at**	**Effective from**
D5 B	Potential corrective action(s) for the MRC and proof of Effectiveness				
	Description	**Effectiveness**	**Responsible**	**Introduced at**	**Effective from**

Figura 11 Potenziali azioni correttive

Dopo aver definito le azioni correttive, il report documenta la loro effettiva implementazione. Nella successiva sezione vengono descritte le modifiche introdotte nel processo produttivo o organizzativo e viene registrato il monitoraggio della loro efficacia nel tempo, indicando il reparto responsabile e le relative date *(Fig. 12)*.

D6	Introduction of Corrective Action(s) and Tracking of Effectiveness			
	Description	**Responsible**	**Introduced at**	**Effective from**

Figura 13 Introduzione azioni correttive

La settima disciplina raccoglie le azioni preventive finalizzate ad evitare il ripetersi della stessa non conformità. Il modulo prevede la descrizione delle attività preventive, comprese eventuali modifiche ai documenti di sistema, insieme al reparto responsabile, alla data di introduzione e alla data di efficacia *(Fig. 13)*.

D7	Preventive action(s) to avoid the recurrence of the defect			
	Description (including modification of documents FMEA, PDC, PDFC etc.)	**Responsible**	**Introduced at**	**Effective from**

Figura 12 Azioni preventive

Infine, l'ultima sezione conclude il processo di gestione della problematica. Il modulo prevede uno spazio dedicato ai partecipanti coinvolti, con l'indicazione del reparto e della funzione ricoperta durante il lavoro svolto dal team *(Fig. 14)*.

D8	Congratulate your team (final meeting)			
	Partecipants	DEPT.	FUNCTION	

Figura 14 Meeting finale

3.2.1.5: Monitoraggio della attività di Customer Quality Engineering

La gestione reattiva della qualità prevede un sistema di monitoraggio basato su incontri periodici, organizzati secondo una frequenza definita e che coinvolge diversi livelli dell'organizzazione. Lo scopo di tali riunioni è verificare lo stato di avanzamento delle attività, monitorare le scadenze previste e condividere le informazioni relative ai reclami di gestione.

Il primo livello di monitoraggio è rappresentato dall'incontro settimanale con il Customer Quality Engineer, durante il quale vengono analizzati gli Action Plan predisposti per ciascun reclamo e vengono verificate le relative scadenze. Questo momento di confronto permette di seguire l'avanzamento delle attività previste e di verificare che le azioni definite siano sviluppate secondo i tempi stabiliti.

Con cadenza settimanale viene inoltre organizzato un cross-meeting con i responsabili Qualità dei diversi stabilimenti produttivi. Tale incontro consente di condividere le informazioni relative alle problematiche riscontrate e di coordinare le attività svolte nei vari plant, favorendo un'integrazione delle informazioni.

Il monitoraggio continua con incontri mensili che coinvolgono il management della Qualità. In questa sede vengono esaminati gli aspetti relativi alla gestione complessiva delle attività di Customer Quality Engineering e viene effettuata una verifica dell'andamento delle azioni intraprese.

Infine, con frequenza trimestrale, è previsto un incontro con il CEO. Questo rappresenta l'ultimo livello del sistema di monitoraggio e consente di condividere con la direzione aziendale lo stato delle attività di Customer Quality e l'evoluzione delle principali problematiche oggetto di gestione.

3.2.1.6: Analisi dei dati e monitoraggio delle performance

La gestione reattiva della qualità comprende anche un'attività di monitoraggio continuo delle performance attraverso l'analisi degli indicatori relativi ai reclami provenienti dal mercato. I dati raccolti vengono rappresentati mediante grafici e tabelle che consentono di osservare l'andamento degli indicatori nel tempo e di confrontare i risultati ottenuti nei diversi periodi di riferimento.

Tra gli indicatori monitorati rientrano KPI, ovvero indicatori utilizzati per misurare le prestazioni di processo e consentono di verificare nel tempo l'efficacia delle attività di gestione della qualità. Viene poi monitorato andamento degli SCR (Service Call Rate), che misura il rapporto tra il numero di interventi/reclami dal mercato e il volume di produzione in un determinato periodo. Grazie a quest'ultimo indice si riesce a comprendere quali sono i prodotti più problematici su cui agire.

Altri dati sono riferiti ai Service Order che riportano il numero di interventi di assistenza registrati nel periodo considerato. L'analisi di tali dati permette di valutare il volume delle richieste di intervento e di individuare eventuali variazioni rispetto ai periodi precedenti. L'analisi di tali informazion permette di seguire l'evoluzione delle segnalazioni e di individuare eventuali variazioni nell'andamento dei reclami.

3.2.2: Gestione proattiva

Oltre alla gestione reattiva dei reclami, il Customer Quality svolge anche attività di Proactive Quality Management, finalizzate all'analisi sistematica dei dati raccolti attraverso le segnalazioni provenienti dal mercato. Sebbene tali attività si basino su reclami già ricevuti, il loro obiettivo è individuare tempestivamente trend ricorrenti e potenziali criticità, così da prevenire il ripetersi o la diffusione delle problematiche riscontrate.

L'analisi viene svolta dal Customer Quality Engineer (CQE), che con cadenza mensile esamina i dati relativi ai reclami ricevuti. L'attenzione è rivolta all'identificazione degli emerging trends, delle top offender families e delle top

offender parts, ovvero delle famiglie di prodotto e dei componenti maggiormente interessati dalle segnalazioni. Tali informazioni costituiscono il punto di partenza per le successive attività di analisi delle cause radice (*Root Cause Analysis*).

I commenti associati ai reclami vengono analizzati e raggruppati in modo sistematico al fine di individuare ricorrenze, correlazioni e possibili cause comuni.

Le ipotesi individuate vengono successivamente validate mediante specifici End User Tests, finalizzati a verificare la corrispondenza tra le cause ipotizzate e il comportamento del prodotto durante il normale utilizzo. A supporto di questa fase interviene il team Product Audit & User Testing, che esegue prove tecniche, controlli e test di utilizzo sui prodotti appartenenti alle famiglie maggiormente interessate dalle segnalazioni. Le verifiche vengono condotte secondo le procedure previste dal sistema aziendale e consentono di confermare o escludere le ipotesi formulate durante l'analisi preliminare.

L'esito del processo consiste nell'individuazione di cause radice supportate da evidenze sperimentali. I risultati ottenuti costituiscono la base per la pianificazione delle successive azioni di miglioramento della qualità e per l'implementazione di interventi volti a ridurre la probabilità che le medesime problematiche si ripresentino sul mercato.

3.3: Product Quality

Il Customer Quality partecipa attivamente alle attività di sviluppo del prodotto attraverso il coinvolgimento nelle diverse fasi del processo Stage & Gate. Il flusso di fasi di sviluppo di un prodotto, dall'approvazione fino al completamento del progetto, presenta quattro Stage, intervallati da specifici punti di controllo chiamati Gate. In corrispondenza di ciascuna fase vengono eseguite attività di verifica che comprendono la compilazione delle check list previste, il controllo della producibilità, la definizione degli Action Plan e le verifiche svolte sia presso l'Head Quarter sia presso gli stabilimenti produttivi.

L’intero processo è caratterizzato da una progressione sequenziale nella quale ogni fase viene completata prima del passaggio alla successiva.

3.3.1: Contributo del Customer Quality durante lo Stage & Gate

Come anticipato precedentemente, il Customer Quality partecipa in modo attivo a tutte le fasi dello Stage & Gate, contribuendo alle attività di sviluppo del prodotto attraverso il coinvolgimento nei diversi momenti di verifica previsti dal progetto.

Tra i principali contributi della funzione rientra la trasformazione dei feedback provenienti dai clienti in requisiti di qualità da utilizzare durante le attività di progettazione e sviluppo. In questo modo la Voice of the Customer (VOC) viene portata all’interno delle discussioni relative al design e allo sviluppo dl prodotto.

Un ulteriore contributo riguarda la prevenzione del ripetersi delle problematiche già riscontrate nei prodotti e nei progetti precedenti. Le informazioni raccolte attraverso i reclami vengono infatti considerate durante lo sviluppo dei nuovi prodotti con l’obiettivo di evitare il ripresentarsi delle stesse criticità.

Il Customer Quality supporta inoltre i team interfunzionali mettendo a disposizione i dati relativi alla qualità e alle tendenze osservate sul mercato. Le informazioni raccolte vengono condivise durante le diverse fasi dello sviluppo e costituiscono un elemento di supporto per le attività svolte dai gruppi di progetto.

L’integrazione delle prospettive provenienti dal cliente in ciascuna fase dello sviluppo consente di affrontare gli aspetti relativi alla qualità prima dell’introduzione del prodotto sul mercato, favorendo un approccio preventivo rispetto a una gestione successiva al lancio sul mercato.

Al termine dello Stage 4, il prodotto viene considerato pronto per la commercializzazione. In questa fase il Customer Quality svolge le attività di validazione finale presso il Box Qualità, attraverso l’esecuzione di prove di installazione e di verifiche funzionali sul prodotto.

Le prove sono eseguite in conformità alle specifiche previste dal sistema aziendale e hanno lo scopo di verificare la preparazione del prodotto alla fase di commercializzazione. Attraverso tali verifiche viene confermato o meno che il prodotto risponda agli standard qualitativi definiti e alle aspettative del cliente prima che raggiunga il mercato.

Le attività svolte al Box Qualità comprendono l'esecuzione di prove complete di installazione in condizioni che simulano l'utilizzo reale del prodotto, la verifica del corretto funzionamento rispetto alle specifiche tecniche e la registrazione dei risultati delle prove effettuate. La documentazione relativa a questa fase permette dio tenere traccia delle verifiche eseguite attraverso il PIC (Product Installation Check).

La validazione finale rappresenta, infine, l'ultimo step prima che il prodotto venga commercializzato.

Capitolo 4: Analisi della problematica e definizione delle azioni correttive

Dopo aver descritto il contesto organizzativo e le metodologie adottate dal reparto Customer Quality, il presente capitolo analizza il caso di studio oggetto della tesi. In particolare, viene presentata la problematica riscontrata sulla funzionalità *Multiconnection* dei piani cottura a induzione Elica, descrivendone il principio di funzionamento, le modalità con cui il difetto si è manifestato e le conseguenze sul prodotto. Successivamente vengono illustrate le attività di analisi e di gestione della non conformità, sviluppate secondo le procedure del Customer Quality, con particolare riferimento all'applicazione della metodologia 8D, all'individuazione delle cause radice e alla definizione delle azioni correttive. L'analisi svolta evidenzia inoltre la necessità di introdurre un sistema di controllo preventivo, che costituisce il punto di partenza del progetto descritto nel capitolo successivo**.**

4.1: Il funzionamento della Multiconnection

Il caso di studio che viene analizzato dal presente elaborato nasce da una problematica riguardante il mancato funzionamento della caratteristica chiamata ***Multiconnection*** presente sui piani a induzione marchiati Elica. La Multi Connection costituisce un esempio di integrazione tra elettrodomestici intelligenti, contribuendo alla realizzazione di un ecosistema di cucina connessa in cui i dispositivi cooperano per ottimizzare prestazioni, comfort ed esperienza d'uso.

Questa tecnologia è una funzione che consente la comunicazione bidirezionale tra piano cottura a induzione e cappa aspirante attraverso un collegamento Bluetooth. Il sistema sincronizza automaticamente il funzionamento dei due apparecchi, regolando la potenza di aspirazione in funzione del livello di cottura impostato sul piano. Tale soluzione migliora l'efficienza energetica, riduce il rumore prodotto dalla cappa e garantisce un'aspirazione proporzionata alla reale quantità di vapori e odori generati [21].

Tutto ciò è reso possibile dalla presenza di moduli Bluetooth integrati sia nel piano cottura sia nella cappa. La comunicazione tra i due dispositivi si stabilisce durante la fase di pairing, quando il modulo Bluetooth di uno dei due rileva e si associa a quello presente nell'altro, consentendo così lo scambio di informazioni necessario al funzionamento sincronizzato del sistema.

Per associare (PAIRING) la cappa al piano, occorre, come da libretto, collegarla all'alimentazione e, una volta accesa, tenere premuto il tasto del Bluetooth per sei secondi. Il LED deve passare da bassa illuminazione ad arancione lampeggiante, in attesa di associazione.

In seguito, accendere il piano cottura, premere il tasto Bluetooth, che dovrà cominciare a lampeggiare in attesa di un dispositivo a cui collegarsi. Se la procedura è stata svolta correttamente, i LED dei tasti Bluetooth di piano e cappa passeranno ad uno stato di luce fissa ad alta luminosità. Inoltre, la luce della cappa si accenderà.

Per dissociare (UNPAIRING) i due dispositivi occorre, sul piano, attivare il Bluetooth (se non attivo) premendo il rispettivo tasto, e ripremerlo per quattro secondi. La dissociazione è comunicata attraverso un segnale acustico e il passaggio a bassa illuminazione. Sulla cappa invece occorre tenere premuto il tasto Bluetooth per sei secondi, che dovrà passare a LED arancione lampeggiante. In seguito, ripremere il tasto per altri sei secondi, in modo che passi a bassa luminosità. La dissociazione viene anche segnalata da un segnale acustico.

Per quanto riguarda la sola disconnessione dei due prodotti occorre premere per qualche secondo i due rispettivi tasti Bluetooth di entrambi i dispositivi.

4.2: Il problema riscontrato

Durante fiere di esposizione e sponsorizzazione dei prodotti Elica, non ancora commercializzati ufficialmente, ma solo in esposizione, sono emersi malfunzionamenti su diversi piani modello Ratio Connex che montano modulo Espressif sui primi lotti di produzione.

Individuati quest'ultimi è emerso che in totale sono stati prodotti centouno pezzi non conformi, di cui sessanta già venduti *(Fig. 15)*.

CODICE	DESCRIZIONE	QUANTITA' PRESERIE
PRF0199850	PIANO 302 B4 O CONN SKR BK/30	10
PRF0199854	PIANO 603 B4OR CONN SKR BK/60	40
PRF0199851	PIANO 604 B4 OR CONN SKR BK/60	35
PRF0199856	PIANO 803 B4OR CONN SKR BK/80	1
PRF0199855	PIANO 804 B4OR CONN SKR BK/80	15

Figura 15 Pezzi difettati

Il malfunzionamento consisteva nella mancata connessione Bluetooth tra il piano cottura e la cappa, impedendo a quest'ultima di attivarsi automaticamente all'accensione dei fuochi.

Inoltre, in alcuni casi, pur essendo la prima connessione eseguita correttamente, i successivi tentativi di connessione non andavano a buon fine.

La problematica ha richiesto l'intervento del reparto Qualità, che ha provveduto ad analizzarla, individuare una soluzione e identificare la causa radice, al fine di adottare le opportune azioni preventive e impedirne il ripetersi.

4.3: Action Plan

Le attività dell'elaborato finalizzate alla risoluzione della problematica sono state condotte in conformità alla procedura prevista dal Customer Quality. In una prima fase è stata implementata la procedura reattiva, con l'obiettivo di contenere gli effetti della non conformità, mentre successivamente è stata avviata la procedura proattiva, volta alla definizione delle azioni necessarie per prevenirne il ripetersi.

4.3.1: 5xWhy

La gestione reattiva della problematica, secondo quanto previsto dalla procedura aziendale, ha inizio con la compilazione del 5 Why, strumento utilizzato per l'identificazione della causa radice del problema. L'applicazione

di tale metodo ha consentito di analizzare in modo progressivo la criticità relativa alla mancata connessione tramite Bluetooth tra cappa e piano, partendo dall'anomalia riscontrata fino all'individuazione della possibile causa alla base del malfunzionamento.

L'analisi è partita dal problema iniziale, rappresentato dal mancato funzionamento della connessione Bluetooth tra i due dispositivi *(Fig. 16)*.

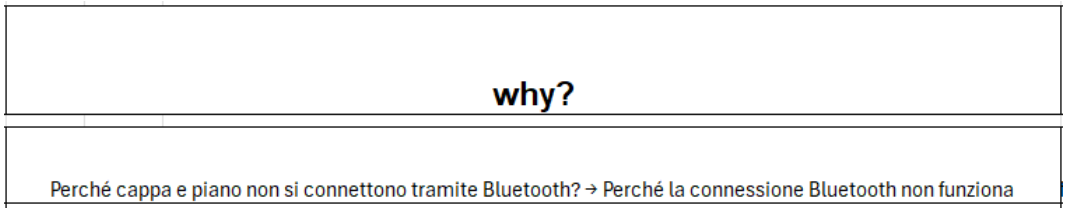


Figura 16 1° Why

Al fine di individuare la causa del malfunzionamento, è stato coinvolto il dipartimento di Ricerca e Sviluppo, responsabile della progettazione e dello sviluppo della parte elettronica dei piani cottura e delle cappe.

Sono quindi state eseguite prove sperimentali in laboratorio su modelli di piani cottura e cappe dotati della funzionalità *Multiconnection*.

La procedura di prova ha previsto l'associazione del modulo Bluetooth del piano cottura, ovvero il circuito elettronico deputato alla gestione della connettività Bluetooth, con il modulo Bluetooth della cappa e, successivamente, l'associazione inversa tra il modulo della cappa e quello del piano cottura. L'intera sequenza è stata ripetuta per due cicli consecutivi, al fine di verificare il corretto comportamento del sistema anche in corrispondenza di associazioni successive alla prima e di riprodurre le condizioni in cui si manifestava il malfunzionamento segnalato.

L'esito del test ha evidenziato un fallimento nella seconda associazione tra i dispositivi *(Fig. 17)*.

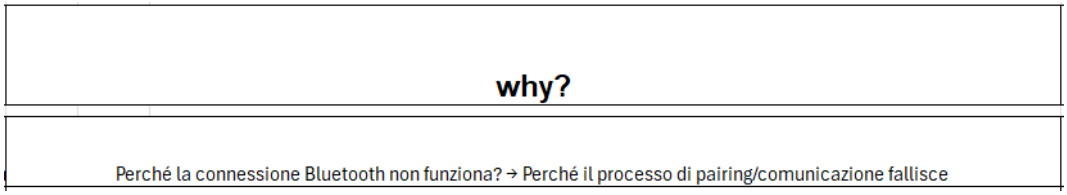


Figura 17 2° Why

A seguito dell'analisi condotta dal team R&D specializzato nello sviluppo elettronico e firmware, è emerso che il fallimento è stato causato da un bug presente all'interno del firmware stesso *(Fig. 18)*.

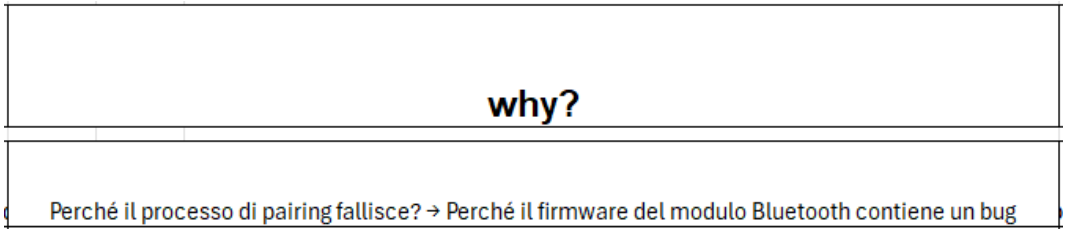


Figura 18 3° Why

Un'analisi a ritroso delle attività eseguite durante il processo di sviluppo ha permesso di identificare che il difetto software è stato introdotto nella fase di cifratura *(Fig. 19)*.

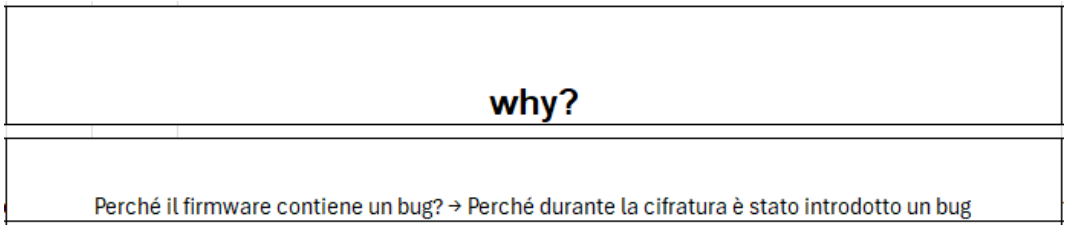


Figura 19 4° Why

La ricerca condotta in collaborazione con il supporto tecnico della piattaforma Espressif, utilizzata per l'implementazione delle funzionalità di cifratura, ha permesso di individuare come causa del malfunzionamento la presenza di una libreria difettosa all'interno dell'ambiente di sviluppo. Tale libreria, integrata nel firmware del dispositivo, ne influenza il comportamento introducendo un'anomalia nelle procedure di gestione della connessione e nella successiva fase di riconnessione tra dispositivi associati *(Fig. 20)*.

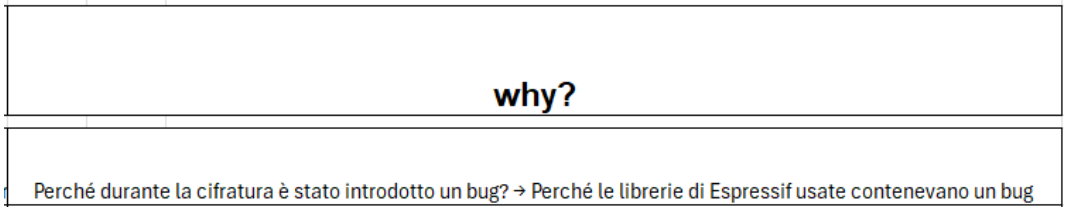


Figura 20 5° Why

Nel caso specifico della procedura di associazione tra piano cottura e cappa, il difetto presente nel modulo del piano cottura viene propagato durante la comunicazione tra i due dispositivi. Di conseguenza, anche la cappa

acquisisce tale anomalia, compromettendo il corretto funzionamento delle successive procedure di associazione.

L'applicazione del metodo 5 Why ha quindi permesso di superare l'analisi del solo sintomo, costituito dal mancato collegamento Bluetooth, consentendo di individuare una possibile causa all'origine del malfunzionamento e fornendo una base per le successive attività di analisi e miglioramento.

4.3.2: Diagramma di Ishikawa

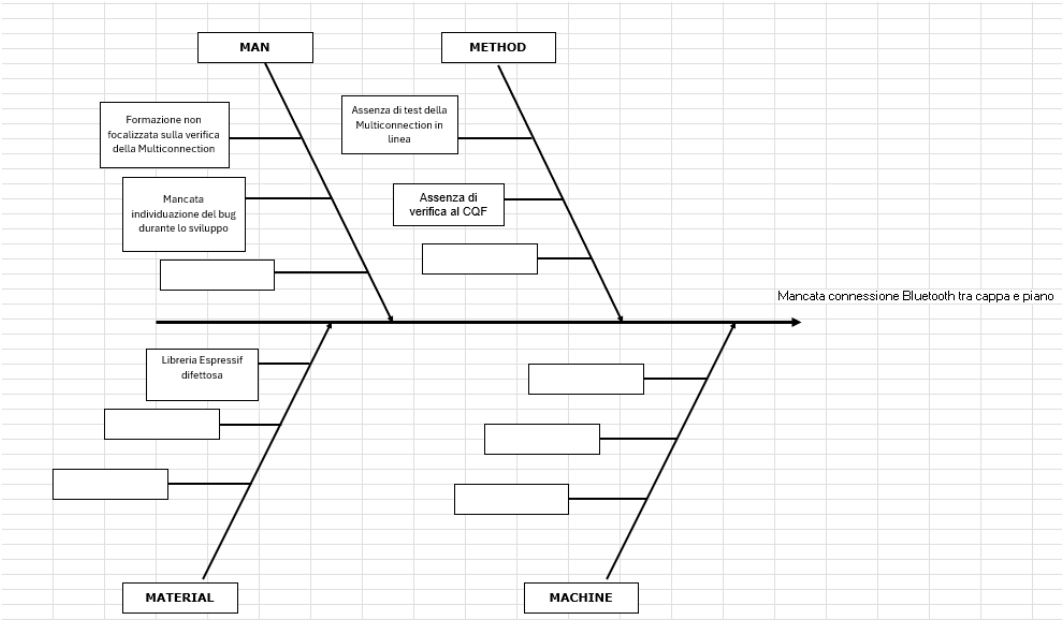


Figura 21 Diagramma di Ishikawa

In seguito all'identificazione del problema, effettuata mediante il metodo 5 Why, è stato sviluppato il diagramma di Ishikawa con l'obiettivo di analizzare e organizzare le possibili cause associate alla problematica riscontrata. Tale strumento ha permesso di ampliare l'analisi, prendendo in considerazione i diversi fattori che potrebbero aver contribuito al malfunzionamento della connessione Bluetooth tra cappa e piano, in particolare Man, Method, Material e Machine *(Fig. 21)*.

Per quanto riguarda la categoria Man, l'analisi ha evidenziato come possibili cause la formazione non focalizzata sulla verifica della funzionalità Multiconnection e la mancata individuazione del bug durante le attività di

sviluppo del firmware. Tali elementi evidenziano una criticità legata sia alle competenze specifiche richieste per il collaudo della funzione sia alle attività di verifica svolte durante la fase di progettazione.

Nella categoria Method sono state inserite le cause riconducibili alle procedure operative adottate durante il processo produttivo. In particolare, è stata rilevata l'assenza di un test dedicato alla verifica della funzionalità Multiconnection lungo la linea di produzione e la mancanza di un controllo specifico presso il CQF (Customer Quality Final), condizioni che hanno impedito l'individuazione della non conformità prima della commercializzazione del prodotto.

Per la categoria Material, riferita in questo caso agli elementi software utilizzati nel prodotto, è stata individuata come possibile causa l'impiego di una libreria Espressif difettosa durante la fase di cifratura del firmware del modulo Bluetooth. Tale elemento rappresenta il principale fattore tecnico che ha determinato il malfunzionamento della procedura di associazione tra piano cottura e cappa.

Infine, nella categoria Machine sono state considerate le possibili criticità relative alle attrezzature di produzione e collaudo, con particolare riferimento all'assenza di sistemi automatici o banchi prova in grado di verificare il corretto funzionamento della funzionalità Multiconnection al termine della programmazione del firmware.

L'analisi mediante il diagramma di Ishikawa ha consentito di individuare e classificare tutte le possibili cause della non conformità, evidenziando come il problema fosse riconducibile sia ad aspetti tecnici, legati al software utilizzato, sia ad aspetti organizzativi e procedurali, legati all'assenza di controlli specifici durante il processo produttivo.

4.3.3: 8D

A seguito dell'identificazione della possibile causa radice attraverso il metodo 5 Why e il diagramma di Ishikawa, la gestione della problematica è stata sviluppata secondo la metodologia 8D *(Fig. 22)*. Tale approccio ha consentito di strutturare in modo sistematico il processo di risoluzione del problema, partendo dalle azioni di contenimento iniziali fino alla definizione e implementazione delle azioni correttive e preventive.

8D REPORT (M-P05-REP/2)			
Title	Bug on ECB0197825 module		
Number			
Distrib. to:			
Supplier	ELICA GROUP POLSKA		
update on	01/07/2026		elica
creation date:	30/05/2026	Raised by	Leonardo De Franceschi
WHERE the failure occurred:		Failure information:	
Incoming:	☒	Part Name (product or component)	Wi-fi Bluetooth Module ECB0197825A
Production:	☐	Delivery Quantity	101
Shipping audit:	☐	Quantity Rejected	101
Customer line:	☐	Dept. Responsible	Luca Lazzaretti
Customer Field:	☐		

Figura 22 Documento 8D

La prima azione di contenimento adottata nell'ambito della procedura reattiva è consistita nel blocco dello stock dei prodotti non conformi presenti a magazzino *(Fig. 23)*. A tal fine è stata inviata una comunicazione al plant polacco, presso il quale vengono prodotti i piani aspiranti dotati della funzione *Multiconnection*, richiedendo l'attivazione della procedura di *Stock Block*. In particolare, i magazzini soggetti sono stati:

- Fabriano (Italia), codice prodotto: PRF0199850 (3 unità ordinate, 1 unità in magazzino), PRF0199856 (1 unità).
- Barcellona (Spagna), codice prodotto: PRF0199854 (2 unità ordinate, 1 unità in magazzino), PRF0199850 (1 unità in magazzino), PRF0199851 (5 unità in magazzino).

- Jelcz Laskowice (Polonia), codice prodotto: PRF0199850 (4 unità), PRF0199851 (7 unità), PRF0199854 (29 unità).
- Lohne (Germania), codice prodotto: PRF0199851 (3 unità).
- Neuilly-sur-seine (Francia), codice prodotto: PRF0199851 (1 unità), PRF0199854 (2 unità).

D3	Containment Action(s) - Short term actions for limiting damage	
	Description	**Effectiveness**
	Block of stock: In Fabriano (Italy) plant P151 of PRF0199850 (3 units ordered, 1 unit in warehouse), PRF0199856 (1 unit). In Barcelona (Spain) plant P153 of PRF0199854 (2 units ordered, 1 in warehouse), PRF0199850 (1 unit in warehouse), PRF0199851 (5 units in warehouse). In Jelcz Laskowice (Poland) plant P154 of PRF0199850 (4 units in warehouse), PRF0199851 (7 units in warehouse), PRF0199854 (29 units in warehouse). In Lohne (Germany) plant P531 of PRF0199851 (3 units in warehouse). In Neuilly-sur-seine (France) plant P511 of PRF0199851 (1 unit in warehouse), PRF0199854 (2 units in warehouse).	39,6%
	Replace the bluetooth module in the induction hob and the user interface on the hood if pairing has been attempted.	100%

Figura 23 Azioni di contenimento

Il plant è stato tuttavia in grado di bloccare soltanto una parte dello stock, pari a 40 unità, poiché le restanti 61 unità erano già state commercializzate. Questo ha portato a un'efficienza dell'operazione al 39,6%.

La seconda azione di contenimento ha riguardato la sostituzione del modulo Bluetooth installato sia sui piani aspiranti bloccati a magazzino sia sulle cappe con cui tali piani erano stati precedentemente associati. L'efficienza di questa operazione è stata stimata al 100% poiché ha permesso una completa risoluzione del problema su tutti i piani bloccati.

Per quanto riguarda la causa radice tecnica, invece, essa è strettamente correlata all'analisi 5xWhy e corrisponde all'ultimo "perché" individuato nel processo di analisi.

Essa è riconducibile all'introduzione di un bug all'interno del firmware del modulo Bluetooth del piano cottura, verificatasi durante la fase di cifratura. Tale anomalia è stata causata dall'utilizzo di una libreria Espressif difettosa, sulla quale è stata eseguita la procedura di cifratura *(Fig. 24)*.

D4 A	Technical Root Cause (TRC) Analysis
	Description (why could the failure occur?)
	In R&D problem during encryption phase of the module ECB0197825. When it was turned on and off again it no longer connected to the hood because of a bug in the firmware introduced from an Espressif library.

Figura 24 Causa radice tecnica

È stata condotta, inoltre, un'ispezione presso gli stabilimenti produttivi di Mergo e della sede polacca con l'obiettivo di individuare le cause del mancato rilevamento dell'anomalia durante il processo produttivo. L'attività ha previsto l'analisi delle fasi di lavorazione del prodotto e delle procedure di controllo qualità eseguite prima della spedizione, con particolare attenzione ai test effettuati presso il CQF.

Dall'analisi è emerso che, dal punto di vista gestionale, il problema è riconducibile anche all'assenza di uno specifico controllo, sia lungo la linea di produzione sia presso il CQF, volto a verificare l'effettivo funzionamento della funzionalità *Multiconnection* sui piani cottura e sulle cappe *(Fig. 25)*.

D4 B	Managerial Root Cause (MRC) Analysis
	Description (why could the failure occur?)
	Lack of a control that verifies the functioning of the multiconnection function between the hob and the hood

Figura 25 Causa radice manageriale

Una volta individuate le principali cause dell'anomalia, sia dal punto di vista tecnico sia da quello manageriale, è stato necessario definire le possibili azioni correttive da implementare al fine di eliminare la problematica e prevenirne il ripetersi *(Fig. 26)*.

A tal fine, è stata organizzata una sessione di brainstorming coinvolgendo il reparto Customer Quality e il team R&D, con l'obiettivo di analizzare le possibili soluzioni applicabili e individuare gli interventi correttivi più efficaci.

Dal punto di vista manageriale, l'azione correttiva individuata ha riguardato la collaborazione con un fornitore di piattaforme software, al fine di identificare la libreria responsabile dell'anomalia e richiederne la correzione.

Per tale intervento è stata stimata un'efficacia del 100%, poiché la segnalazione del difetto al fornitore avrebbe consentito di avviare il processo di analisi e risoluzione del problema sulla libreria software. L'ottenimento di una versione corretta della libreria avrebbe permesso la successiva integrazione nel firmware del prodotto, consentendo il ripristino completo della corretta comunicazione tra piano cottura e cappa e della funzionalità *Multiconnection*.

D5 B	Potential corrective action(s) for the MRC and proof of Effectiveness	
	Description	**Effectiveness**
	Notify Espressif about their buggy library and tell them to fix the bug.	100%

Figura 26 Potenziali azioni correttive manageriali

Dal punto di vista tecnico *(Fig. 27)*, l'azione correttiva individuata ha previsto la riesecuzione della fase di cifratura del firmware del dispositivo mediante l'utilizzo della versione corretta della libreria dedicata, priva del difetto riscontrato. Tale intervento ha consentito di rimuovere l'anomalia introdotta durante la precedente fase di programmazione, garantendo il corretto funzionamento del modulo ECB0197825A e il ripristino della procedura di associazione tra i dispositivi.

L'efficacia dell'intervento è stata stimata al 100%, in quanto la ripetizione della procedura di cifratura sul modulo ECB0197825A con la libreria aggiornata consente di rimuovere l'anomalia introdotta durante la precedente fase di programmazione. Tale intervento agisce direttamente sulla causa tecnica del problema, permettendo il corretto funzionamento della procedura di associazione tra piano cottura e cappa e garantendo il ripristino della funzionalità *Multiconnection*.

D5 A	Potential corrective action(s) for the TRC and proof of Effectiveness	
	Description	**Effectiveness**
	Rerun the encryption phase on the ECB0197825A module with the non-defective Espressif	100%

Figura 27 Potenziali azioni correttive tecniche

Entrambe le azioni correttive sono state implementate e la loro efficacia è stata monitorata durante il processo di applicazione, attraverso la verifica del corretto funzionamento della procedura di associazione tra piano cottura e cappa successivamente all'introduzione della correzione software *(Fig. 28)*. In particolare, è stato verificato che il modulo ECB0197825A, riprogrammato mediante l'utilizzo della versione corretta della libreria, completasse correttamente la fase di cifratura e, inserito nei dispositivi, ne garantisse la corretta comunicazione.

D6	Introduction of Corrective Action(s) and Tracking of Effectiveness
	Description
	Notify Espressif about their buggy library and tell them to fix the bug.
	Rerun the encryption phase on the ECB0197825A module with the non-defective Espressif library

Figura 28 Introduzione delle azioni correttive

L'assenza di ulteriori anomalie durante le attività di validazione ha consentito di confermare l'efficacia prevista delle azioni correttive introdotte.

L'implementazione delle azioni correttive ha consentito di eliminare la non conformità riscontrata e di ripristinare il corretto funzionamento della funzionalità *Multiconnection*. Le attività di validazione hanno infatti confermato il corretto completamento della procedura di associazione tra piano cottura e cappa.

Tuttavia, l'analisi della problematica ha messo in evidenza anche una criticità del processo produttivo: l'assenza di un sistema di collaudo in grado di verificare sistematicamente il corretto funzionamento della funzionalità *Multiconnection* prima della commercializzazione del prodotto. Sebbene la causa tecnica fosse stata risolta, permaneva quindi l'esigenza di introdurre una soluzione preventiva che consentisse di intercettare tempestivamente eventuali anomalie analoghe.

Da tale esigenza è nato il progetto sviluppato nell'ambito del presente elaborato, descritto nel capitolo successivo, finalizzato alla progettazione di due dispositivi di simulazione Bluetooth da integrare nelle attività di collaudo

dei plant produttivi come strumento di prevenzione e miglioramento continuo del processo *(Fig. 29)*.

D7	Preventive action(s) to avoid the recurrence of the defect
	Description (including modification of documents FMEA, PDC, PDFC etc.)
	Develop a device simulating the Bluetooth module of the piano to be implemented at the Mergo CQF and a device

Figura 29 Azioni preventive

Capitolo 5: Sviluppo e implementazione della soluzione proattiva

L'analisi della non conformità descritta nel capitolo precedente ha evidenziato come la sola implementazione delle azioni correttive non fosse sufficiente a garantire, nel lungo periodo, l'assenza di problematiche analoghe. È infatti emersa la necessità di introdurre un sistema di verifica in grado di controllare sistematicamente il corretto funzionamento della funzionalità *Multiconnection* durante le attività di collaudo, consentendo di individuare tempestivamente eventuali anomalie prima della commercializzazione del prodotto.

Da tale esigenza è nato il progetto sviluppato nell'ambito del presente elaborato, realizzato in collaborazione con il reparto Ricerca e Sviluppo e con il Customer Quality. L'obiettivo è stato quello di progettare e sviluppare due dispositivi in grado di simulare il comportamento dei moduli Bluetooth di un piano cottura e di una cappa aspirante, rendendo possibile l'esecuzione del test della funzionalità *Multiconnection* in modo indipendente all'interno dei rispettivi plant produttivi.

Nel presente capitolo vengono descritte le fasi di definizione dei requisiti progettuali, lo sviluppo hardware e software dei dispositivi, l'elaborazione delle procedure operative per il loro utilizzo e le attività di validazione preliminari che ne hanno verificato il corretto funzionamento.

5.1: Analisi degli obiettivi e requisiti dei dispositivi

L'idea oggetto dello studio è nata da un confronto con il reparto Ricerca e Sviluppo, dal quale è emersa l'esigenza di realizzare i due simulatori.

Il primo dispositivo sarebbe stato destinato al plant italiano di Mergo, dove vengono prodotte le cappe aspiranti dotate della funzione *Multiconnection*, consentendo di simulare la presenza del piano cottura durante le attività di test. Il secondo, invece, sarebbe stato utilizzato presso il plant polacco, dove

vengono realizzati i piani cottura con funzione *Multiconnection*, per simulare il funzionamento della cappa aspirante.

L'obiettivo principale dell'introduzione di tali dispositivi è prevenire il ripetersi di non conformità relative alla funzionalità *Multiconnection* nei prodotti realizzati dai plant produttivi, mediante l'implementazione di una soluzione proattiva in grado di verificare il corretto funzionamento della comunicazione Bluetooth nelle fasi di collaudo.

Lo sviluppo dei due dispositivi è focalizzato nell'introduzione di un sistema di verifica rapido e standardizzato della funzionalità *Multiconnection*, consentendo di testare i prodotti direttamente in linea produttiva senza la necessità di utilizzare il dispositivo reale corrispondente, il quale avrebbe necessitato di molto spazio e avrebbe rallentato i tempi di test. In questo modo è stato possibile rendere indipendenti i controlli eseguiti nei due plant produttivi, riducendo i tempi di collaudo e aumentando l'affidabilità delle verifiche.

Entrambi i dispositivi sono stati progettati nel rispetto di specifici requisiti progettuali, principalmente orientati all'ottimizzazione dello spazio disponibile e dei tempi operativi. In particolare, è stata prevista una configurazione dalle dimensioni contenute, tale da consentirne una facile movimentazione in funzione delle esigenze dell'operatore, limitare l'ingombro all'interno dell'area di prova e garantire un ambiente di test ordinato. Inoltre, la compattezza dei dispositivi contribuisce a semplificare le operazioni di allestimento ed esecuzione delle prove, permettendo una riduzione dei tempi complessivi necessari per lo svolgimento delle attività sperimentali.

Un ulteriore requisito progettuale ha riguardato la facilità e la rapidità di utilizzo del dispositivo. Il simulatore del piano è infatti controllabile tramite il software dedicato e studiato appositamente per questa funzione, che consente all'utente di inviare comandi al dispositivo attraverso una semplice interfaccia a riga di comando. Mediante l'inserimento di specifiche parole chiave, il software trasmette le istruzioni al simulatore, il quale interagisce con

la cappa riproducendo il comportamento del modulo Bluetooth del piano cottura.

5.1.1: Dettagli dei simulatori

Il dispositivo che simula il piano cottura *(Fig. 30)* è costituito da una scheda elettronica basata su un microcontrollore ESP32, sulla quale sono integrati tutti i componenti necessari al funzionamento e alla comunicazione con dispositivi esterni.

L'elemento principale è il microcontrollore ESP32, contenuto all'interno del modulo metallico schermato. Esso rappresenta l'unità di elaborazione del dispositivo e gestisce la comunicazione con le periferiche collegate. Inoltre, integra i moduli Wi-fi e bluetooth, che consentono la comunicazione wireless con altri dispositivi.

La scheda è dotata di due connettori USB Type-C, utilizzati per alimentare il dispositivo, programmare il microcontrollore e consentire lo scambio di dati con un computer.

Un LED permette di visualizzare lo stato di funzionamento del dispositivo o di segnalare particolari condizioni operative tramite differenti colori. Il simulatore viene collegato a un computer mediante un cavo USB-C, che consente la comunicazione tra il software di controllo e il dispositivo, permettendo l'invio dei comandi e la ricezione delle relative risposte. Il firmware della scheda è stato quindi sviluppato in modo da interpretare i comandi inviati tramite software e simulare il funzionamento del modulo

Bluetooth di un piano cottura, consentendo così l'interazione con la cappa come avverrebbe in condizioni reali.

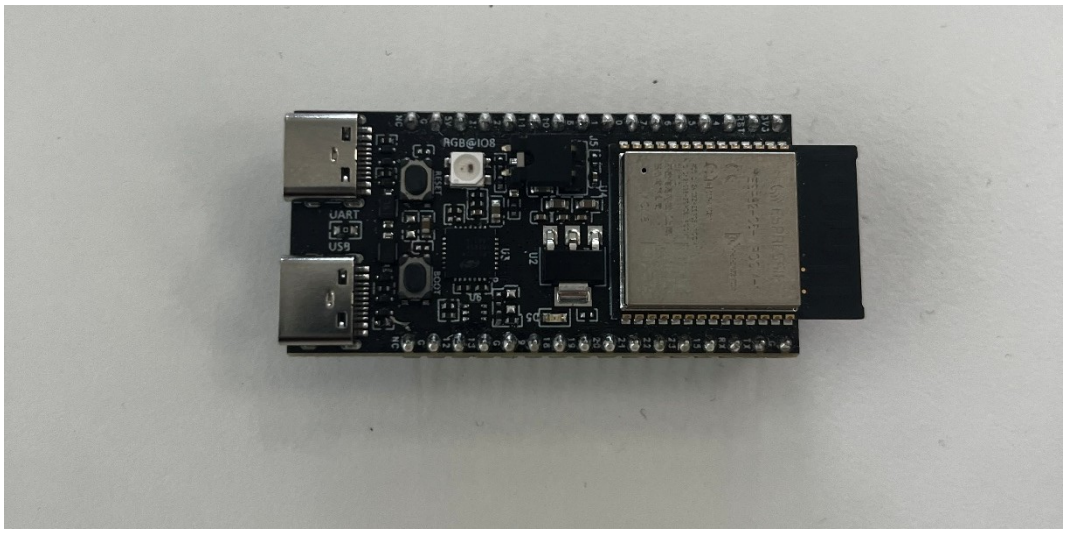


Figura 30 Dettaglio simulatore piano

Il simulatore della cappa, invece, è costituito da un insieme di componenti elettrici, elettronici e meccanici alloggiati all'interno di un contenitore plastico. Si tratta di un modulo di controllo alimentato dalla rete elettrica, progettato per gestire il funzionamento dell'apparecchiatura su cui è installato.

L'elemento principale del dispositivo è la scheda elettronica *(Fig. 31)*, che rappresenta l'unità di controllo del sistema. Essa gestisce il funzionamento complessivo dell'apparato, coordinando l'alimentazione, l'elaborazione dei segnali e il controllo delle diverse funzionalità. Alla scheda principale è associato un modulo dedicato alla comunicazione Bluetooth, che consente il collegamento wireless con dispositivi esterni. Inoltre, è collegata a una scheda secondaria, destinata a ospitare i componenti di interfaccia che collaborano con l'unità di controllo nella gestione del sistema.

Le due schede sono interconnesse tramite il modulo AGC *(Fig.)*, che svolge la funzione di interfaccia tra esse, permettendo lo scambio dei segnali necessari al corretto funzionamento del dispositivo. Il modulo AGC integra, inoltre, la pulsantiera di comando, comprendente i tasti per la selezione delle velocità di aspirazione, l'accensione e lo spegnimento dell'illuminazione e la gestione della connessione Bluetooth. In particolare, il pulsante dedicato al Bluetooth consente di avviare le procedure di associazione (pairing) e dissociazione del collegamento wireless. Parallelamente allo sviluppo e all'introduzione dei due dispositivi, è stato avviato un programma di formazione rivolto agli operatori del Controllo Qualità Prodotto Finito (CQF) dei plant italiano e polacco, incaricati del loro utilizzo durante le attività di collaudo.

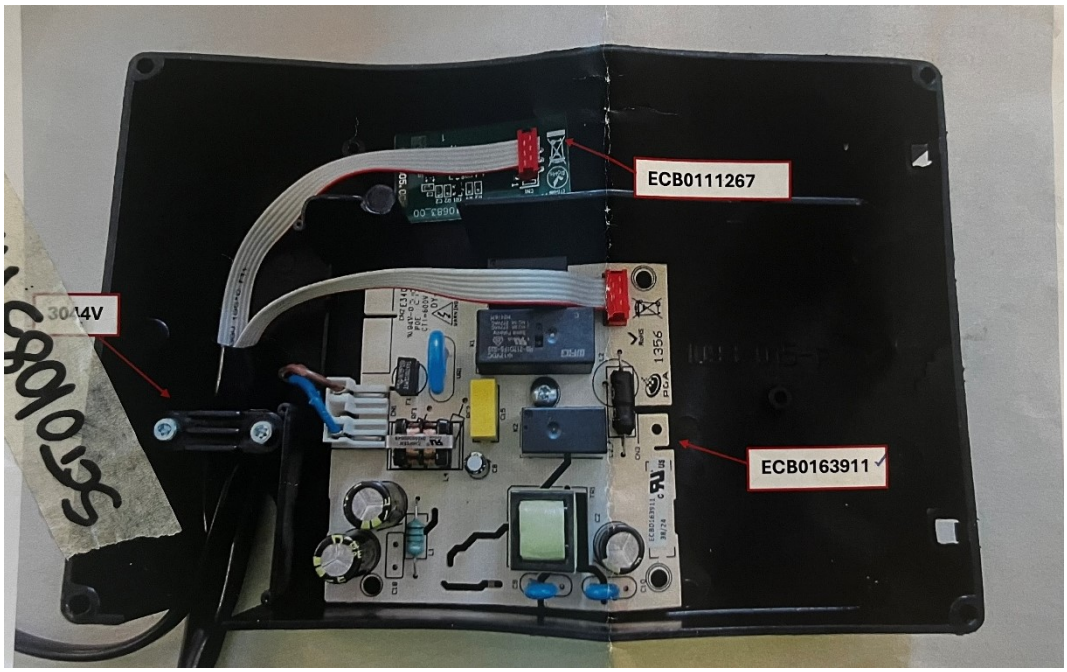


Figura 31 Dettaglio 1 simulatore cappa

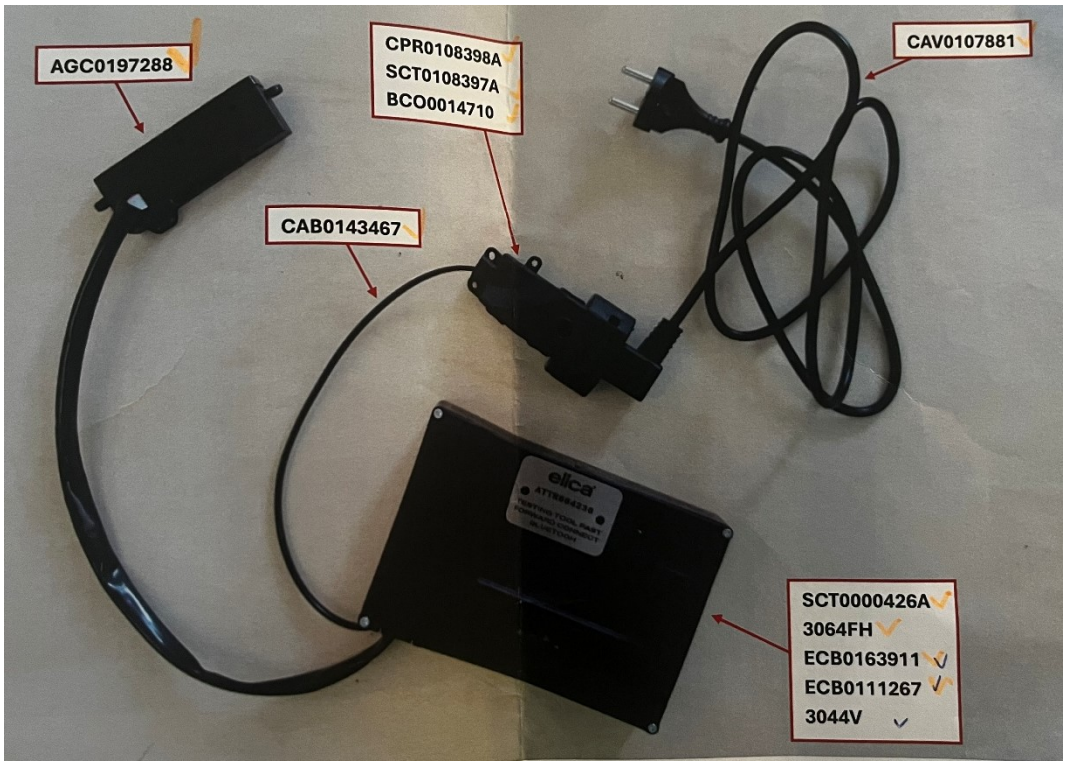


Figura 32 Dettaglio 2 simulatore cappa

5.1.2: Funzione dei simulatori

Come anticipato nel sottocapitolo precedente, le modalità di utilizzo dei due dispositivi sono differenti. Il funzionamento del simulatore del piano, essendo basato sull'utilizzo di un software, può essere descritto mediante un automa a stati finiti *(Fig. 33)*.

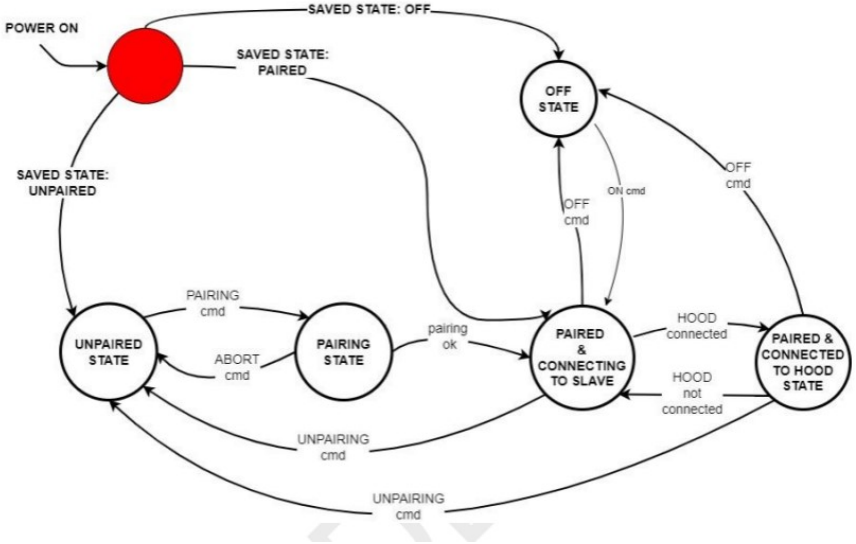


Figura 33 Automa del firmware

Al primo avvio, quando tutti i parametri risultano non inizializzati, il firmware del dispositivo si porta nello stato OFF. Da questo stato è possibile avviare la procedura di associazione Bluetooth passando allo stato PAIRING mediante il comando *ble_fsm pair*.

Nello stato PAIRING, il dispositivo rimane in attesa dei pacchetti di advertising trasmessi dalla cappa. Qualora si desideri interrompere la procedura di associazione, è possibile utilizzare il comando *ble_fsm abort*, che riporta il dispositivo allo stato UNPAIRED.

Quando viene rilevato l'advertising della cappa, il simulatore avvia la procedura di bonding e successivamente tenta di stabilire la connessione con il dispositivo. Una volta completata con successo la fase di associazione, il sistema entra nello stato temporaneo PAIRED & CONNECTING. Se la connessione viene stabilita correttamente, il simulatore passa allo stato CONNECTED; in caso contrario, ritorna allo stato PAIRING per riprendere la ricerca del dispositivo.

Nello stato CONNECTED, il simulatore del piano acquisisce i dati provenienti dall'interfaccia LIN e li trasmette periodicamente alla cappa tramite la connessione Bluetooth.

Quando il dispositivo si trova nello stato CONNECTED, è inoltre possibile attivare la modalità Demo mediante il comando *demo_on*. Una volta abilitata questa modalità, l'utente può simulare il funzionamento del piano cottura specificando il livello di potenza associato a ciascuna zona di cottura attraverso l'apposito comando.

Il secondo dispositivo, invece, presenta un funzionamento analogo a quello di una normale cappa aspirante. La procedura di connessione Bluetooth segue le indicazioni riportate nel manuale d'uso del prodotto. Dopo aver alimentato il dispositivo, l'utente deve interagire con l'interfaccia di comando, costituita dalla pulsantiera, per avviare la procedura di associazione con il piano cottura.

In particolare, seguendo la sequenza di operazioni descritta nel manuale, è possibile eseguire sia la procedura di pairing, necessaria per stabilire una nuova connessione Bluetooth, sia quella di unpairing, che consente di rimuovere un'associazione precedentemente memorizzata.

5.2: Formazione degli operatori e procedure di utilizzo

Per comprendere il funzionamento della funzionalità *Multiconnection*, il reparto Customer Quality ha eseguito una serie di test preliminari su cappe dello stesso modello di quelle segnalate come difettose. In particolare, il modello analizzato è la ELEMENT CH700 CA3I@ SL IXBL/A/90 AP, mentre il piano cottura utilizzato per le prove di connessione è il PIANO 803 B4OR CONN SKR BK/80, compatibile con la funzionalità *Multiconnection*.

Le prove iniziali sono consistite esclusivamente nell'esecuzione della procedura di connessione tra cappa e piano cottura, con l'obiettivo di comprenderne il comportamento e le modalità di associazione Bluetooth.

Una volta acquisita una conoscenza approfondita del funzionamento della funzionalità *Multiconnection*, sono stati collaudati i due dispositivi sviluppati. In particolare, il simulatore del piano è stato testato utilizzando lo stesso modello di cappa impiegato nelle prove preliminari, mentre il simulatore della cappa è stato verificato sul medesimo modello di piano cottura. Tali prove hanno consentito di validare il corretto funzionamento di entrambi i simulatori e di verificarne la capacità di riprodurre fedelmente il comportamento dei dispositivi reali, requisito fondamentale per il loro impiego nelle attività di formazione del personale del reparto CQF.

L'introduzione dei simulatori all'interno del reparto CQF ha previsto, come fase preliminare, la formazione degli operatori incaricati dell'esecuzione dei test. Tale attività è finalizzata a fornire agli operatori le conoscenze necessarie per utilizzare correttamente i dispositivi e ad illustrare, in modo dettagliato, la sequenza delle operazioni da eseguire durante la prova, garantendo così lo svolgimento dei test in maniera uniforme e ripetibile.

A supporto della formazione sono state elaborate due procedure operative sulla base dei test preliminari svolti sui dispositivi, una dedicata al test delle cappe e una al test dei piani cottura, articolate in una sequenza di passaggi che descrivono nel dettaglio le operazioni da eseguire per verificare il corretto funzionamento della funzionalità *Multiconnection*.

5.2.1: Procedura del simulatore piano

La procedura di utilizzo del simulatore del piano si suddivide in sette fasi:

1. Collegamento del simulatore al computer

Il simulatore viene collegato al computer mediante un cavo USB-A/USB-C per il trasferimento dati *(Fig. 34)*. Il connettore USB-C deve essere inserito nella porta UART del dispositivo *Multiconnection*, mentre il connettore USB-A viene collegato alla porta USB sinistra del PC *(Fig. 35)*.

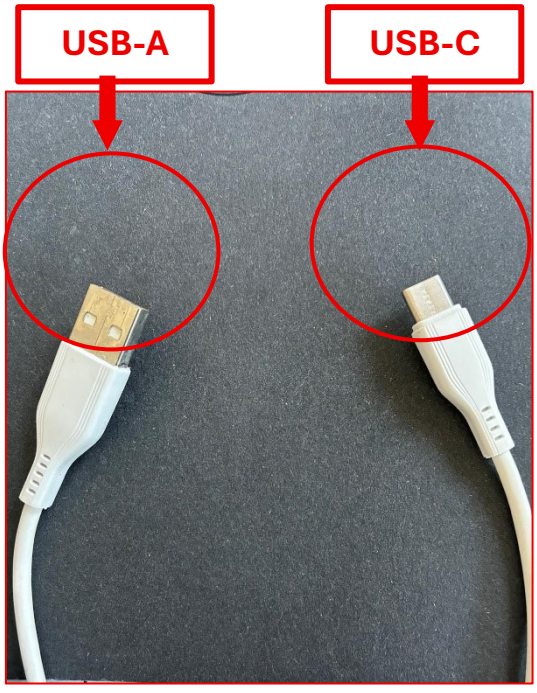


Figura 34

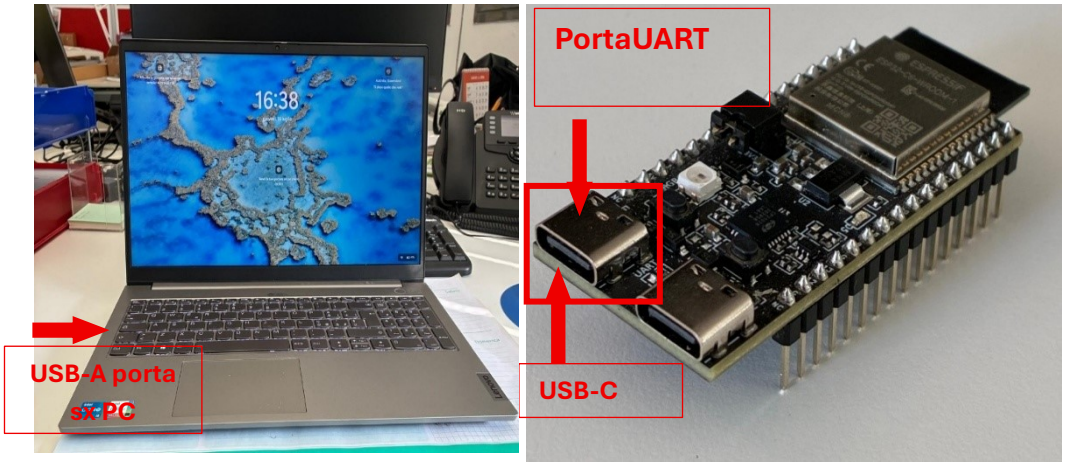


Figura 35

Una volta alimentato, il simulatore entra normalmente nello stato **UNPAIRED**, segnalato dal lampeggio del LED blu con una frequenza di circa cinque secondi.

2. Verifica dello stato iniziale del simulatore

Qualora il LED blu non risulti acceso, il dispositivo si trova in uno stato non definito e deve essere riportato nello stato iniziale. A tal fine viene avviato il software PuTTY, selezionando la configurazione dedicata al modulo ESP32 *(Fig. 36)*.

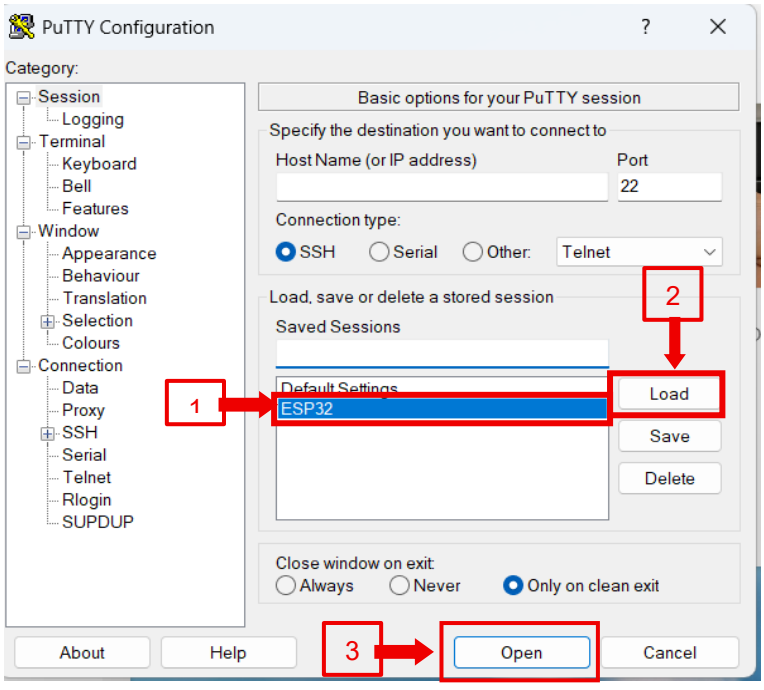


Figura 36

Tramite il terminale viene inviato il comando *ble_fsm abort*, che forza il ritorno del simulatore nello stato **UNPAIRED** *(Fig. 37)*. L'operazione è confermata dalla visualizzazione del messaggio *Ble_main status: UNPAIRED* e dal ripristino del lampeggio del LED blu *(Fig. 38)*.

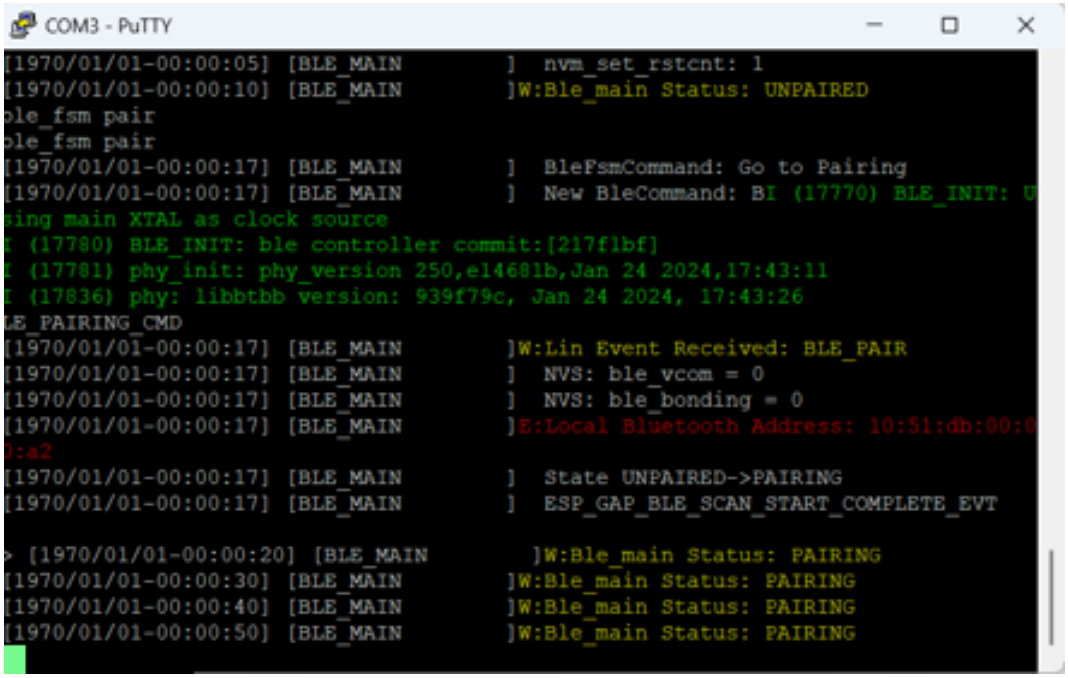


Figura 37

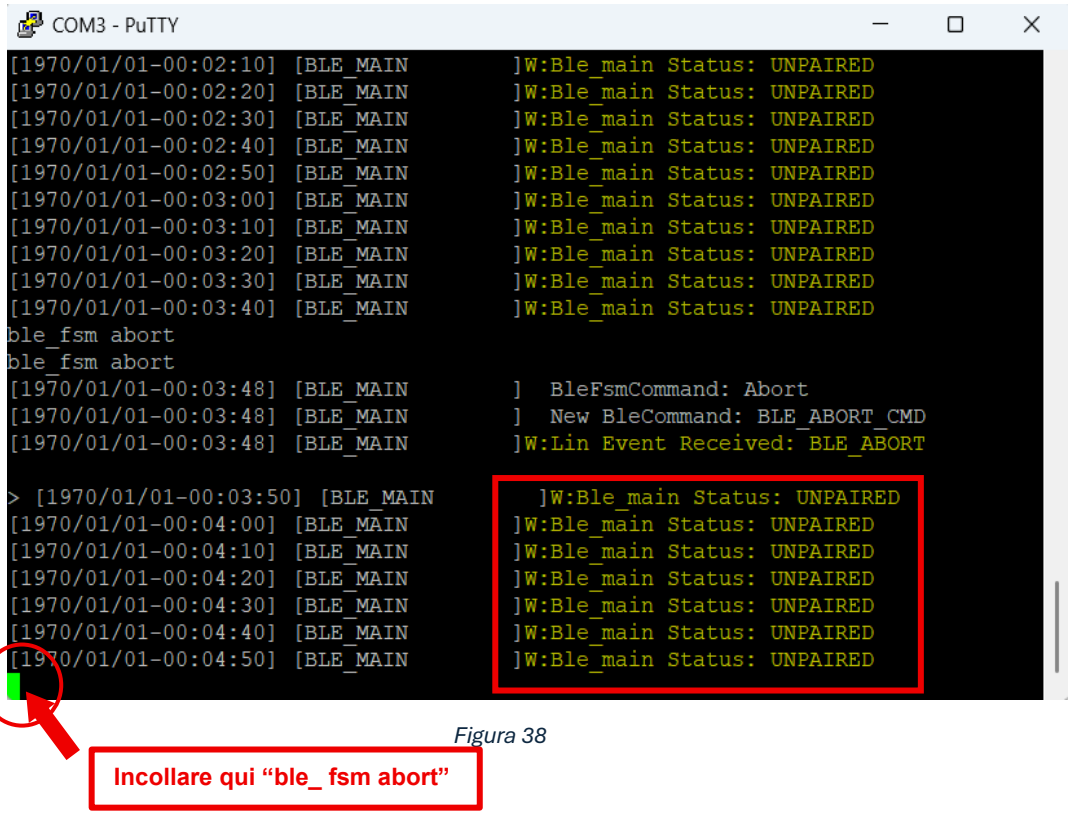


Figura 38

3. Preparazione della cappa

La cappa viene collegata alla rete elettrica e, qualora il modello lo preveda, viene interrotta l'eventuale procedura automatica di calibrazione iniziale. Successivamente viene verificato lo stato del pulsante Bluetooth: il LED associato deve risultare spento oppure acceso a bassa intensità *(Fig. 39)*. Se il LED presenta uno stato differente, è necessario ripetere la procedura di interruzione della calibrazione prima di proseguire.

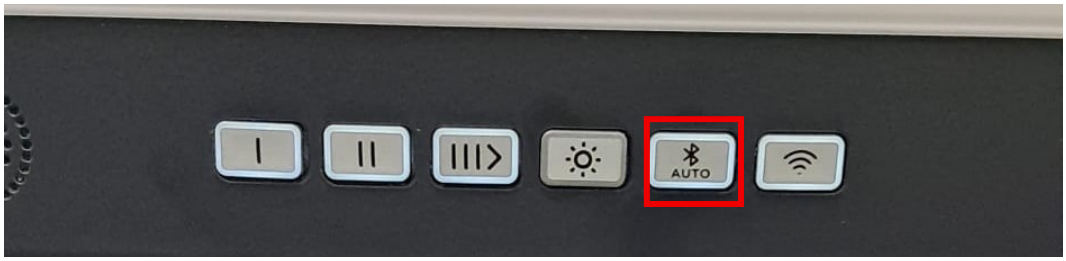


Figura 39

4. Attivazione della modalità di pairing della cappa

Per avviare la procedura di associazione Bluetooth, il pulsante dedicato viene mantenuto premuto per circa sei secondi. Al termine dell'operazione la cappa emette un segnale acustico, ove previsto, oppure il LED Bluetooth inizia a lampeggiare con luce arancione, indicando l'ingresso nello stato **PAIRING** *(Fig. 40)*.



Figura 40

5. Avvio della connessione tra simulatore e cappa

Dal terminale di PuTTY viene inviato il comando *ble_fsm pair*, che avvia la procedura di associazione del simulatore con la cappa *(Fig. 41)*. Il software visualizza il messaggio *Ble_main status: PAIRING (Fig. 42)*, mentre il LED blu

del simulatore lampeggia rapidamente per alcuni istanti per poi rimanere acceso in modo fisso.

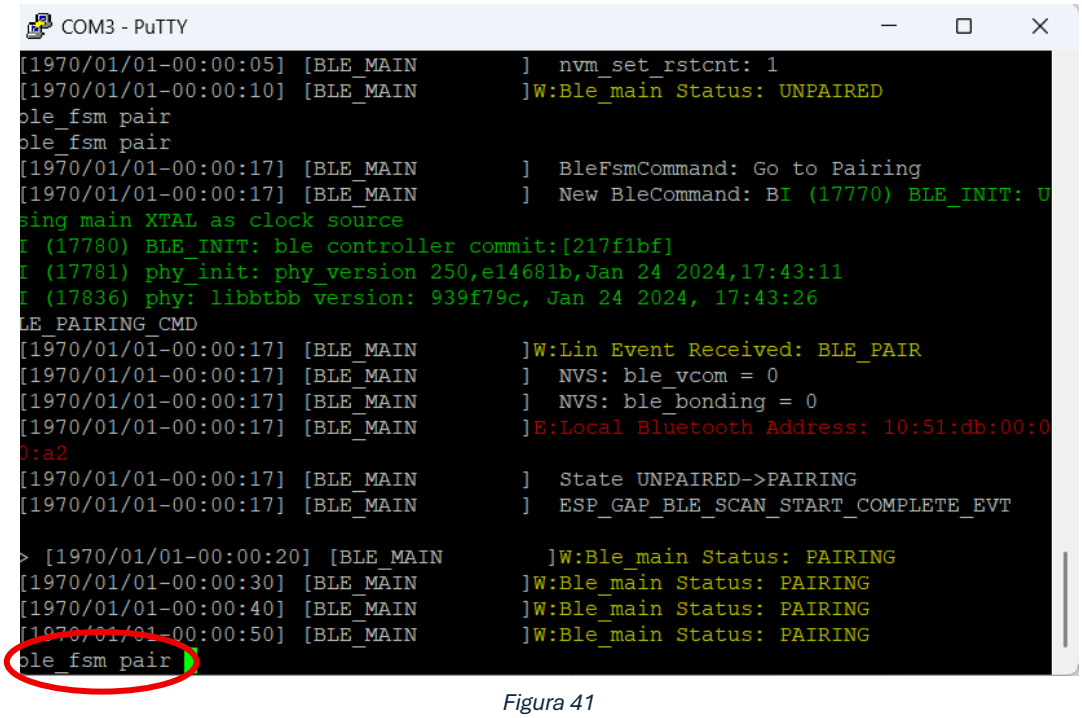


Figura 41

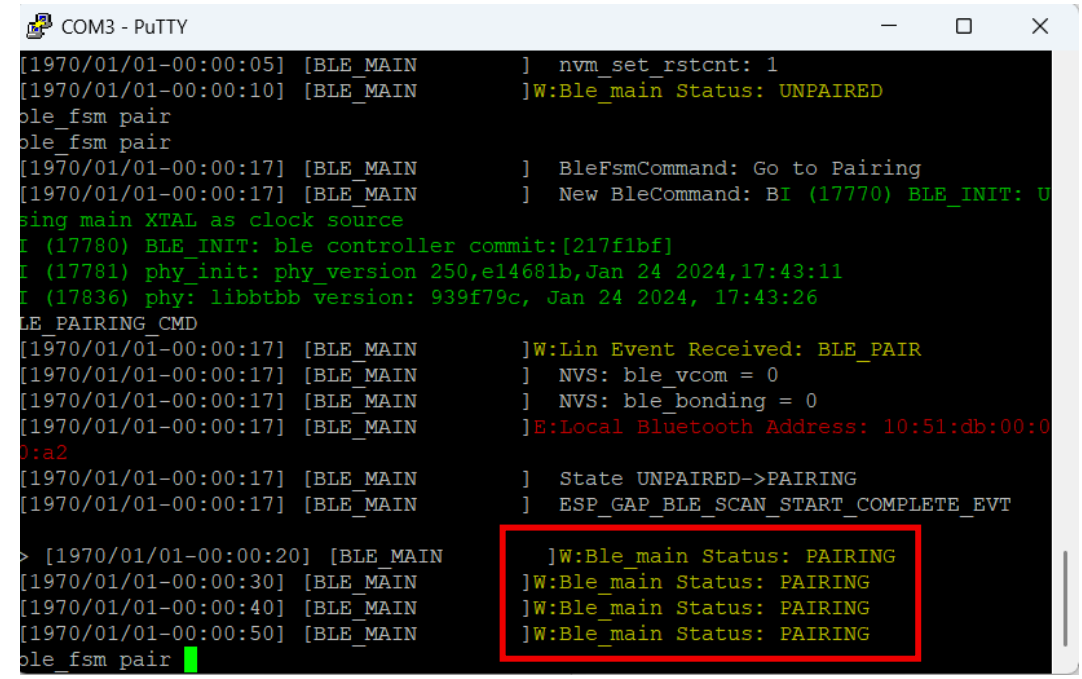


Figura 42

Contemporaneamente si accende l'illuminazione della cappa e il pulsante Bluetooth viene illuminato con luce bianca fissa (*Fig. 43)*. L'avvenuta connessione è confermata dalla comparsa del messaggio: *Ble Event Received: CONNECTED* nella finestra del terminale *(Fig. 44)*.

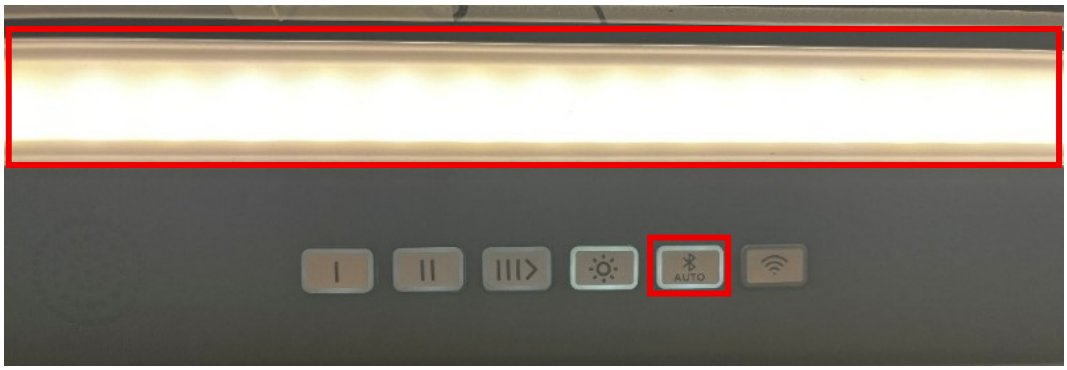


Figura 43

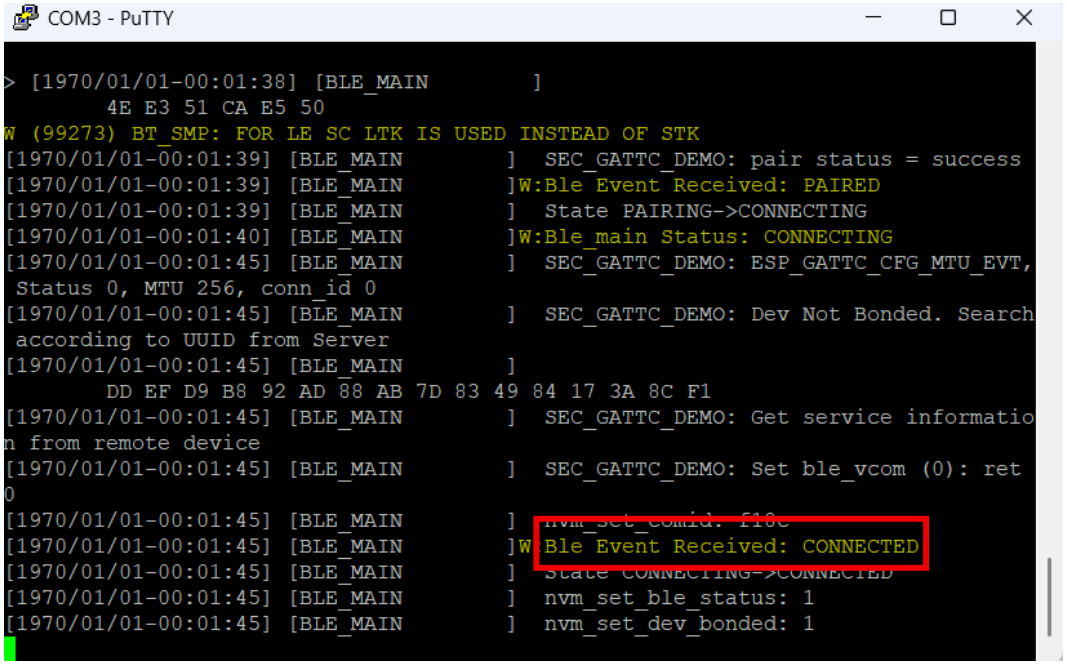


Figura 44

6. Gestione di eventuali errori

Nel caso in cui la connessione non venga stabilita correttamente, è necessario chiudere il software PuTTY, scollegare il simulatore dal computer e ripetere l'intera procedura a partire dal collegamento del dispositivo.

7. Procedura di disconnessione (Unpairing)

Al termine delle prove il simulatore viene riportato nello stato **UNPAIRED** mediante il comando ble_fsm abort. Successivamente, sulla cappa, il pulsante Bluetooth viene mantenuto premuto per circa sei secondi fino all'emissione del segnale acustico oppure all'inizio del lampeggio arancione del LED *(Fig. 45)*.



Figura 45

Ripetendo la pressione del pulsante per altri sei secondi, il LED Bluetooth si spegne oppure rimane acceso con una luce bianca a bassa intensità, confermando il completamento della procedura di **UNPAIRING** e il ritorno della cappa allo stato non associato *(Fig. 46)*.

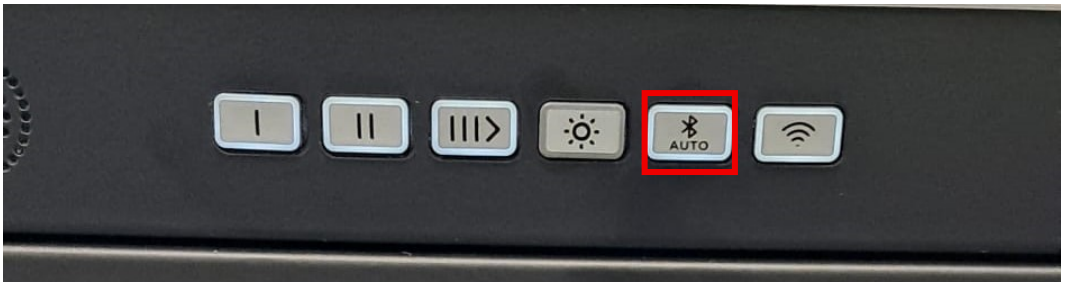


Figura 46

5.2.2: Procedura del simulatore piano [18]

La procedura di utilizzo del simulatore della cappa, invece, si suddivide in tre principali fasi:

1. Accoppiamento Bluetooth

La prima fase consiste nella creazione della connessione Bluetooth tra il piano a induzione e il Tool di collaudo.

Si alimentano sia il piano a induzione sia il Tool di collaudo (ATTR004236).

Ogni volta che il Tool viene disalimentato, è necessario interrompere l'eventuale procedura di calibrazione in corso. A tale scopo si premono contemporaneamente i tasti T1 e T5 per circa 5 secondi, fino all'emissione di un segnale acustico e all'inizio del lampeggio del tasto T6 con luce di colore ambra *(Fig. 47)*. Questa operazione garantisce che il Tool sia pronto per una nuova procedura di associazione.



Figura 47

Si tiene poi premuto il tasto T5 per 3 secondi. Il tasto inizia a lampeggiare con luce di colore ambra, indicando che il Tool è in modalità di ricerca e pronto per l'accoppiamento Bluetooth *(Fig. 48)*.

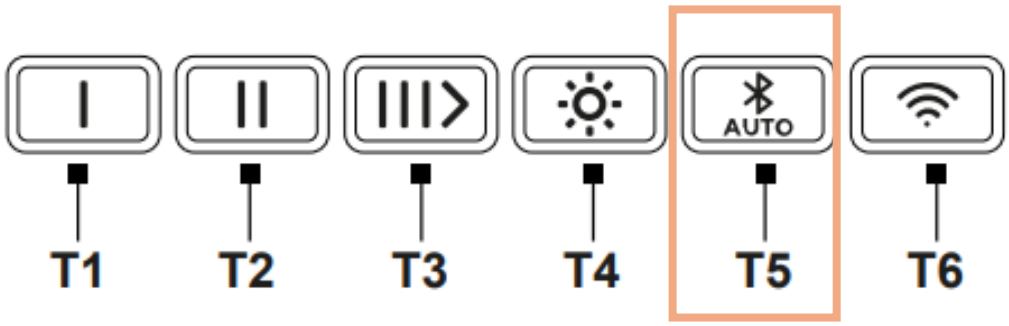


Figura 48

Il passo successivo consiste nell'accensione del piano a induzione e premere il pulsante Bluetooth presente sull'interfaccia del prodotto. L'icona Bluetooth inizia a lampeggiare, segnalando che il piano è in modalità di associazione *(Fig. 49)*.

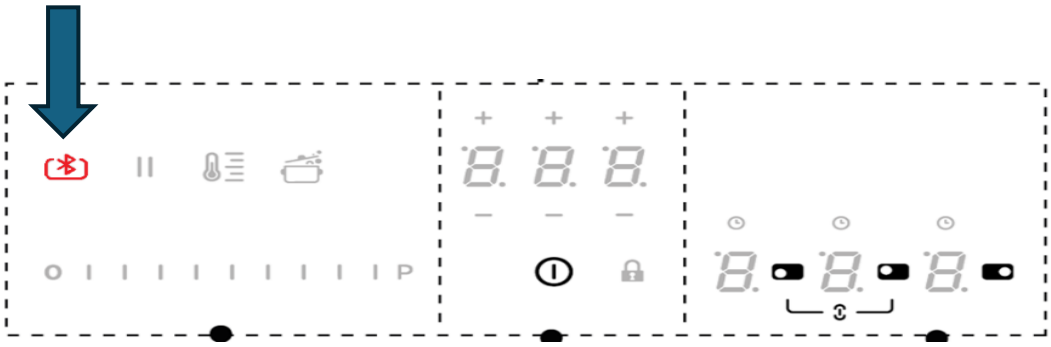


Figura 49

Quando la connessione viene stabilita:

- il tasto T5 del Tool si illumina con luce bianca fissa;
- il pulsante Bluetooth del piano rimane acceso con luce fissa e maggiore intensità.

2. Disaccoppiamento Bluetooth

Al termine del collaudo è necessario eliminare l'associazione Bluetooth tra il piano e il Tool. Questa operazione deve essere eseguita dopo il collaudo di ogni prodotto, così da evitare che il dispositivo di test rimanga associato al prodotto appena verificato.

Si tiene premuto il pulsante Bluetooth del piano per 5 secondi. Il piano emette un doppio segnale acustico e il pulsante Bluetooth rimane acceso con luce fissa a bassa intensità, indicando l'avvio della procedura di disaccoppiamento.

Sul Tool poi si preme il tasto T5 due volte *(Fig. 50)*:

- una prima volta per 2 secondi e il led Bluetooth lampeggia di color ambra.
- una seconda volta per 6 secondi e il led Bluetooth si spegne.

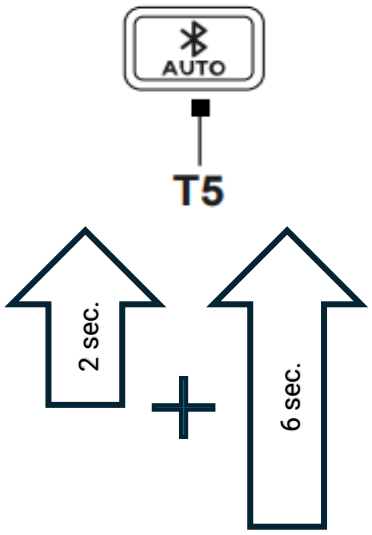


Figura 50

3. Conclusione della procedura

Al termine dell'operazione il tasto T5 si spegne. Lo spegnimento del LED conferma che il piano e il Tool non sono più associati tramite Bluetooth. Il Tool risulta quindi libero e pronto per essere utilizzato nel collaudo del prodotto successivo.

5.3: Test al CQF

Le procedure sono state validate mediante una serie di prove sperimentali, finalizzate sia a verificarne l'efficacia e la ripetibilità, sia a valutare il corretto funzionamento dei due dispositivi. I risultati ottenuti hanno consentito di

raccogliere informazioni e dati utili all'individuazione di possibili miglioramenti, sia delle procedure operative sia dei dispositivi stessi, al fine di ottimizzarne l'affidabilità e l'impiego nelle attività di collaudo.

Come primo step è stata ricavata l'implosione del modulo Bluetooth ECB0163911 *(Fig. 51)*, che caratterizza le cappe con funzionalità *Multiconnection,* tramite il software SAP. Da questa sono stati ricavati tutti i codici Prodotto Finito (PRF) dei modelli di cappe con questa funzionalità.

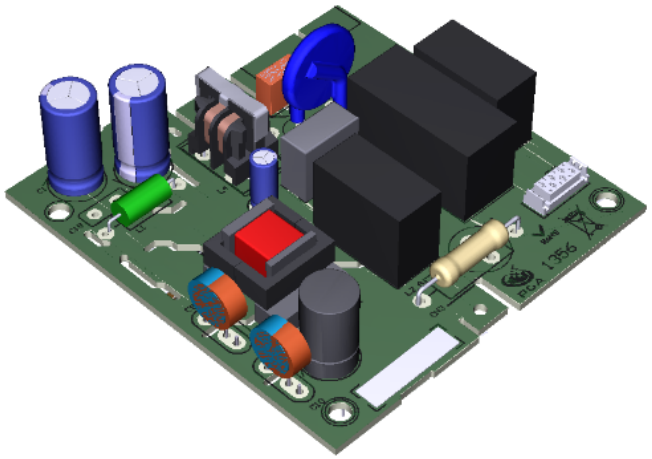


Figura 51

Grazie a ciò è stato possibile individuare gli ordini di produzione delle cappe sulla piattaforma SAP, e pianificare l'esecuzione di prove sperimentali a campione sui prodotti durante il normale processo produttivo, nel momento in cui uscivano dalla linea di assemblaggio e venivano trasferiti al CQF del plant produttivo di Mergo.

Inoltre, la medesima campagna di test è stata condotta su tre cappe di preserie, ovvero prodotti realizzati in una fase antecedente all'avvio della produzione in serie.

Tale attività ha avuto l'obiettivo di verificare la ripetibilità delle prove sui nuovi prodotti e di valutare l'eventuale presenza di differenze nei risultati rispetto ai prodotti già presenti sul mercato e precedentemente sottoposti alle medesime verifiche.

Le prove sperimentali hanno previsto l'esecuzione di cinque test sul dispositivo applicato a un codice PRF per ogni modello di cappa selezionato. Completata la prova su una cappa, la medesima procedura veniva ripetuta sul prodotto successivo, seguendo gli ordini di produzione programmati durante il periodo di tirocinio.

In particolare, è stato misurato il tempo necessario all'operatore per completare l'intera procedura di collaudo, dalla connessione del dispositivo all'alimentazione fino al disaccoppiamento Bluetooth tra il dispositivo di test e la cappa. Le misurazioni sono state effettuate mediante cronometraggio, al fine di determinare la durata complessiva dell'operazione.

Successivamente, la stessa procedura è stata eseguita da un secondo operatore, anch'essa con rilevazione dei tempi di esecuzione. Il confronto tra i risultati ottenuti ha consentito di valutare l'eventuale variabilità legata all'operatore e variabilità legata al modello della cappa, e di verificare la ripetibilità del processo di collaudo.

La ripetibilità è stata calcolata per ogni modello di cappa e per il complessivo delle prove, tramite la formula:

$$\text{Tasso di successo} = \frac{\text{Numero di OK}}{\text{Numero totale di prove}} \times 100\%$$

Un'ulteriore prova sperimentale ha riguardato la valutazione della distanza massima di funzionamento della connessione Bluetooth tra il dispositivo di test e la cappa. Il test è consistito nell'allontanare progressivamente il dispositivo dalla cappa mantenendo attiva la connessione Bluetooth fino alla perdita del collegamento. La distanza misurata in corrispondenza dell'interruzione della comunicazione è stata quindi registrata come distanza massima operativa della connessione.

Per quanto riguarda il dispositivo impiegato per la simulazione della cappa, esso è stato successivamente trasferito presso lo stabilimento produttivo polacco, con lo scopo di effettuare la formazione degli operatori del Controllo

Qualità Prodotto Finito (CQF) locale e consentire l’esecuzione delle stesse prove sperimentali già effettuate presso il sito italiano.

Le attività sperimentali descritte hanno quindi permesso di raccogliere un insieme di dati relativi alle prestazioni del dispositivo di test, alla ripetibilità della procedura di collaudo e ai limiti operativi della comunicazione Bluetooth. I risultati ottenuti dalle prove eseguite sono stati successivamente analizzati al fine di valutare l'efficacia della soluzione sviluppata, individuare eventuali criticità e verificare la possibilità di una sua applicazione all'interno del processo produttivo.

Nel capitolo successivo vengono riportati e discussi i risultati delle prove sperimentali effettuate, con particolare attenzione ai tempi di esecuzione del collaudo, alla variabilità tra operatori e alla valutazione della distanza massima di funzionamento della connessione Bluetooth.

Capitolo 6: Analisi dei risultati sperimentali e validazione della procedura di collaudo

In questo capitolo vengono presentati i risultati ottenuti dalle prove sperimentali descritte nel capitolo precedente. L'analisi dei dati raccolti ha permesso di valutare le prestazioni del dispositivo di test e la validità della procedura di collaudo proposta, considerando sia gli aspetti legati all'efficienza operativa sia quelli relativi alla ripetibilità del processo.

In particolare, vengono analizzati i tempi necessari per l'esecuzione della procedura da parte dei diversi operatori coinvolti, il confronto tra i risultati ottenuti sulle diverse tipologie di prodotto e la verifica del comportamento della connessione Bluetooth in funzione della distanza tra il dispositivo di test e la cappa.

6.1: Valutazione dei risultati

6.1.1: Test su cappe in Phase In

Il primo prodotto testato (**prodotto A**), che ha generato i seguenti risultati con il primo operatore *(Fig. 52)*:

OPERATORE 1			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	A	138 sec.	OK
2	A	100 sec.	OK
3	A	87 sec.	OK
4	A	60 sec.	OK
5	A	61 sec.	OK

Figura 52 Operatore 1 Prodotto A

Con il secondo operatore *(Fig. 53)*:

OPERATORE 2			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	A	161 sec.	OK
2	A	130 sec.	OK
3	A	104 sec.	OK
4	A	88 sec.	OK
5	A	71 sec.	OK

Figura 53 Operatore 2 Prodotto A

Poiché si trattava della prima prova eseguita dagli operatori dopo la formazione, è stata osservata una significativa riduzione dei tempi di esecuzione nel corso delle diverse prove. I tempi, inizialmente più elevati,

sono diminuiti progressivamente fino a stabilizzarsi su valori inferiori, evidenziando un rapido miglioramento delle prestazioni dovuto alla crescente familiarità degli operatori con la procedura di test. La ripetibilità è risultata pari al 100%.

La distanza massima rilevata prima della disconnessione del dispositivo è risultata superiore alla distanza tra l'uscita del box in cui viene eseguito il test e il banco di prova, pari a circa cinque metri. Ciò indica che, alle distanze operative standard, non si riscontrano problematiche legate alla perdita del segnale di comunicazione.

La seconda cappa sottoposta a test (**prodotto B**) ha avuto come risultati col primo operatore *(Fig. 54)*:

OPERATORE 1			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	B	61 sec.	OK
2	B		KO
3	B	62 sec.	OK
4	B	60 sec.	OK
5	B	59 sec.	OK

Figura 54 Operatore 1 Prodotto B

Con il secondo operatore *(Fig. 55)*:

OPERATORE 2			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	B	71 sec.	OK
2	B	75 sec.	OK
3	B	70 sec.	OK
4	B	73 sec.	OK
5	B	73 sec.	OK

Figura 55 Operatore 2 Prodotto B

Durante la seconda prova eseguita dal primo operatore si è verificato un blocco del programma, che ha determinato l'esito negativo del test. Per poter procedere con la prova successiva è stato necessario riavviare il software e scollegare, quindi ricollegare, il dispositivo al PC. Di conseguenza, la ripetibilità del test è risultata pari al 90%.

Inoltre, è emerso che, a differenza del modello precedente, la cappa testata non emette alcun segnale acustico durante le fasi di pairing e unpairing. Allo stesso modo, la luce della cappa non rimane accesa come nel modello precedente, ma si spegne automaticamente dopo alcuni secondi. È

importante che gli operatori incaricati dell'esecuzione dei test siano consapevoli di queste differenze di comportamento tra i vari modelli di cappa, così da interpretarne correttamente il funzionamento ed evitare di considerare tali caratteristiche come anomalie.

I tempi di esecuzione di questo test risultano complessivamente più stabili per entrambi gli operatori rispetto ai test precedenti. Si osserva tuttavia una differenza nella velocità di esecuzione: il primo operatore completa sistematicamente il test in tempi inferiori rispetto al secondo, in tutte le prove effettuate.

La distanza massima misurata è rimasta invariata dal modello testato precedentemente, non causando variazioni nella procedura o problematiche di connessione.

6.1.2: Test su cappe in Preserie

La prima cappa in preserie testata (**prodotto C**) ha generato i seguenti risultati col primo operatore *(Fig. 56)*:

OPERATORE 1			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	C	60 sec.	OK
2	C	62 sec.	OK
3	C	63 sec.	OK
4	C	60 sec.	OK
5	C	61 sec.	OK

Figura 56 Operatore 1 Prodotto C

Con il secondo operatore *(Fig. 57)*:

OPERATORE 2			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	C	73 sec.	OK
2	C	78 sec.	OK
3	C	76 sec.	OK
4	C	74 sec.	OK
5	C	72 sec.	OK

Figura 57 Operatore 2 Prodotto C

In tutte e dieci le prove è stata riscontrata una ripetibilità del 100%, senza alcuna variazione nei risultati. I tempi di esecuzione si sono mantenuti costanti: in particolare il primo operatore ha completato le prove mediamente circa dieci secondi prima rispetto al secondo.

La distanza massima misurata è risultata invariata.

In seguito, la seconda preserie testata (prodotto D) ha avuto come risultati:

Primo operatore *(Fig. 58)*:

OPERATORE 1			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	D	65 sec.	OK
2	D	64 sec.	OK
3	D	64 sec.	OK
4	D	60 sec.	OK
5	D	66 sec.	OK

Figura 58 Operatore 1 Prodotto D

Secondo operatore *(Fig. 59)*:

OPERATORE 2			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	D	70 sec.	OK
2	D	71 sec.	OK
3	D	74 sec.	OK
4	D	73 sec.	OK
5	D	71 sec.	OK

Figura 59 Operatore 2 Prodotto D

I risultati ottenuti confermano quanto emerso nelle prove precedenti: è stata riscontrata una ripetibilità del 100%, senza rilevare alcun errore. Inoltre, i tempi di esecuzione dei due operatori si sono mantenuti costanti nel corso delle prove.

La distanza massima misurata è risultata invariata.

Il terzo e ultimo test svolto con una preserie è quello sul prodotto E.
Primo operatore *(Fig. 60)*:

OPERATORE 1			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	E		KO
2	E	63 sec.	OK
3	E	63 sec.	OK
4	E	66 sec.	OK
5	E	64 sec.	OK

Figura 60 Operatore 1 Prodotto E

Secondo operatore *(Fig. 61)*:

OPERATORE 2			
N° test	PRODOTTO	TEMPI	ESITO
1	E	73 sec.	OK
2	E	77 sec.	OK
3	E	74 sec.	OK
4	E	75 sec.	OK
5	E	70 sec.	OK

Figura 61 Operatore 2 Prodotto E

Durante quest'ultima prova, con il primo operatore si è verificato un blocco del programma, che non è riuscito a rilevare il dispositivo, impedendo il completamento del test. Il dispositivo è stato quindi scollegato dal portatile e successivamente ricollegato alla medesima porta USB, così da poter procedere con il test successivo. Di conseguenza, la ripetibilità è risultata pari al 90%.

I tempi di esecuzione di ciascun operatore si sono mantenuti pressoché costanti nel corso delle cinque prove, con valori comparabili a quelli rilevati nei test precedenti effettuati sugli altri modelli.

La distanza massima misurata è risultata invariata.

6.1.3: Benefici

I benefici emersi dai test svolti sono molteplici. I test hanno dimostrato un'elevata ripetibilità, vicina al 100%, sia sulle cappe in phase in sia sulle cappe in preserie. Questo permette di stabilire che la procedura di test è stabile e affidabile, in quanto risulta poco influenzata da fattori esterni, garantendo risultati riproducibili nel tempo. Tali evidenze indicano inoltre che la procedura può essere considerata adeguata a una standardizzazione e implementazione nel CQF.

È emerso inoltre che la procedura di test non presenta differenze sostanziali tra i diversi modelli di cappa. Tale uniformità è confermata anche dai libretti tecnici, nei quali le procedure di pairing e unpairing risultano invariate tra i diversi modelli. Questo rappresenta un ulteriore vantaggio in ottica di standardizzazione, poiché consente di applicare la stessa procedura di test a modelli differenti senza la necessità di applicare variazioni specifiche.

Il principale vantaggio emerso dai test riguarda la rapidità con cui l'operatore è in grado di verificare il corretto funzionamento della caratteristica Multiconnection. Il tempo medio di esecuzione del test è risultato pari a 68 s per l'Operatore 1 e 80 s per l'Operatore 2. La breve durata della prova consente quindi di integrare facilmente il controllo della funzionalità Multiconnection all'interno delle attività previste dal Controllo Qualità del Prodotto Finito

(CQF), senza introdurre un significativo incremento dei tempi complessivi di controllo della cappa.

Un ultimo beneficio riscontrato è stata la distanza massima con cui il dispositivo rimane connesso alla cappa. Questa, infatti, supera abbondantemente le distanze tra le postazioni degli operatori al tavolo di lavoro, permettendo di compiere la verifica senza perdite di segnale dovute ad esse.

6.1.4: Limiti

I limiti emersi dai controlli effettuati sono lievi rispetto ai benefici ottenuti.

Un primo limite riguarda la differenza di velocità tra il primo e il secondo operatore. Tuttavia, essendo minima, questa differenza non compromette il tempo totale necessario per svolgere le prove.

Un secondo limite è la dipendenza della prova dal portatile utilizzato. In caso di rallentamenti del computer, la prova richiede più tempo per essere completata. Inoltre, nel caso in cui il computer o il software dedicato si blocchino, la prova può fallire ed è necessario riavviare il programma oppure scollegare e ricollegare il dispositivo rendendo il tempo necessario maggiore.

Un ultimo limite del test è la mancata verifica dell'eventuale presenza di altri dispositivi Bluetooth che potrebbero influenzare la connessione tra il piano e la cappa. In particolare, un dispositivo in fase di pairing potrebbe tentare di connettersi alla cappa o al dispositivo di test, impedendo o interferendo con la corretta connessione tra i due.

Conclusioni

Il presente lavoro di tesi ha riguardato l'analisi e la risoluzione di una problematica relativa alla funzione Multiconnection dei prodotti Elica, che consente la comunicazione Bluetooth tra piano cottura e cappa. Le verifiche effettuate hanno permesso di individuare la causa del malfunzionamento in un bug del firmware del modulo Bluetooth, introdotto durante la fase di cifratura a causa di una libreria software difettosa.

Dopo le iniziali azioni di contenimento e correzione, il lavoro si è concentrato sullo sviluppo di un controllo preventivo da integrare nelle attività del Controllo Qualità Prodotto Finito. A questo scopo sono stati utilizzati due simulatori, capaci di riprodurre il comportamento del piano e della cappa, e sono state definite le relative procedure di pairing, verifica della connessione e unpairing. È stata inoltre svolta la formazione degli operatori coinvolti.

La procedura è stata validata su diversi modelli di cappe in phase in e in preserie. Le prove hanno mostrato una ripetibilità compresa tra il 90% e il 100%, con tempi medi di esecuzione pari a 68 secondi per il primo operatore e a 80 secondi per il secondo. La durata contenuta e la limitata variabilità dei risultati confermano la possibilità di integrare il controllo nelle normali attività del CQF.

I principali limiti riguardano la dipendenza dal computer e dal software utilizzati, oltre alla possibile presenza di interferenze causate da altri dispositivi Bluetooth. Gli sviluppi futuri potranno quindi prevedere l'estensione dei test a un maggior numero di prodotti e una maggiore automazione della procedura.

In conclusione, il lavoro ha consentito di trasformare la gestione di una non conformità già manifestata in una soluzione proattiva, rapida e standardizzabile. La procedura sviluppata permette di individuare eventuali anomalie della funzione Multiconnection prima della commercializzazione, contribuendo a ridurre il rischio di difetti sul mercato e a migliorare la qualità percepita dal cliente.

Bibliografia

1. Organigramma interno
2. **Qualità e carte di controllo: aspetti teorici e computazionali**
   Autrici: **Sandra De Iaco, Giuseppina Giungato, Sabrina Maggio**
   Editore: **Giappichelli**
   Anno: **2019**
3. **Fundamentals of operations management**
   Autori: **Azim Abbas, Seyed Goosheh**
   Editore: **Fanshawe College Pressbooks**
   Anno: **2024**
4. **La gestione della qualità. Capire e applicare la norma ISO 9001**
   Autore: **Dario Grisot**
   Editore: **Tecniche Nuove**
   Anno: **2006**
5. **Quality management principles – Your foundation for success**
   Autore: **ISO**
   Editore: **ISO**
   Anno: **2015**
6. **An Overview of Six Sigma**
   Autori: **Douglas C. Montgomery, William H. Woodall**
   Rivista: **International Statistical Review**
   Editore: **Wiley per l'International Statistical Institute**
   Anno:**2008**
7. PPT Customer Quality ELICA interno
8. https://asq.org/quality-resources/five-whys?
9. Istruzione Operativa interna "Controllo Tool Multiconnection"
10. **What Is Quality? Learn how each of eight well-known gurus answers this question**
    Autori: **R.W. Hoyer and Brooke B.Y. Hoyer**
    Rivista: **Quality Progress**

Editore: **American Society for Quality**

Anno: **2001**

11. **Quality Management Essentials**

    Autore: **David Hoyle**

    Editore: **Routledge**

    Anno: **2007**

12. **The ABCs of PDCA**
    Autori: **Grace Gorenflo, John W. Moran**
    Editore: **Public Health Foundation**
    Anno: **2010**
13. **Manuale Qualità, Ambiente e Sicurezza interno**

Sitografia

14. https://it.wikipedia.org/wiki/Elica_(azienda)
15. https://www.elica.com/IT-it/brand-story
16. https://corporate.elica.com/ithttps://www.ingenn.it/articoli/quality-engineer-chi-e-cosa-fa.html
17. https://auditservicecertification.com/2022/10/18/iso-90012015-origini-ed-evoluzione-del-concetto-di-qualita/
18. https://www.csqa.it/it-it/certificazioni/qualita/iso-9001
19. https://www.iso.org/home/insights-news/resources/iso-9001-explained.html?utm_
20. What is a Fishbone Diagram? Ishikawa Cause & Effect Diagram | ASQ]
21. https://multikomplex.hu/uploads/documents/Elica/Elica_Catalogo_2025_web.pdf?utm
22. https://www.elica.com/IT-it