

LINEA C.1

PROGETTO DI RICERCA
ATTUAZIONE DI UN SISTEMA DI RINTRACCIABILITÀ
IN UN'AZIENDA VITIVINICOLA

PARTE 2

LE TECNOLOGIE INNOVATIVE PER L'ATTUAZIONE DI UN SISTEMA DI RINTRACCIABILITÀ IN UN'AZIENDA VITIVINICOLA: L'RFID IN STANDARD EPC

Progetto coordinato e finanziato da



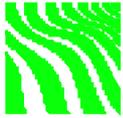
Piazza Strozzi 1 – Firenze



AGRICONSULTING S.p.A.



Roma, febbraio 2009



LINEA C.1 ATTUAZIONE DI UN SISTEMA DI RINTRACCIABILITÀ IN UN'AZIENDA VITIVINI- COLA

PARTE II - LE TECNOLOGIE INNOVATIVE PER L'ATTUAZIONE DI UN SISTEMA DI RINTRACCIABILITÀ IN UN'AZIENDA VITIVINICOLA: L'RFID IN STANDARD EPC

Indice

1	Introduzione.....	5
2	Standard di identificazione GS1, EPC ed EPCglobal.....	9
2.1	Le strutture numeriche GS1	11
2.2	Tag Data Standard.....	12
2.3	EPCglobal Inc.™.....	14
2.4	Intellectual Property Policy.....	15
2.5	Sicurezza.....	15
2.6	Privacy	15
2.7	L'EPCglobal Network, i componenti fondamentali	16
2.8	I principi base di funzionamento.....	17
2.9	Sistemi di localizzazione e Privacy	19
2.9.1	L'ordinamento comunitario	19
2.9.2	Il provvedimento del Garante (9 marzo 2005)	20
2.9.3	Il problema della privacy negli ambiti di applicazioni logistiche	20
2.10	Wi-Fi e salute	21
3	Le componenti di un sistema RFID.....	22
3.1	Introduzione.....	22
3.2	L'architettura di un sistema RFID	22
3.3	Possibili classificazioni dei sistemi RFID.....	23
3.4	Criteri di selezione di un sistema RFID.....	25
4	I fattori e le prestazioni di un sistema RFID.....	27
4.1	I fattori tecnologici.....	27
4.2	I fattori di prodotto.....	28
4.3	I fattori di processo	29
4.4	I fattori di contesto.....	31
4.5	Come si misurano le performance di lettura?	32
5	Esiste una modalità ottimale per identificare gli oggetti?	36
5.1	La scelta del tag.....	36
5.2	La scelta della posizione del tag	38
5.3	Distanza relativa dai materiali RF hostile	39
5.4	La variabile orientamento nel processo	40
6	Letture delle botti con tag passivi tramite varco	42
6.1	Test sulle botti.....	42
6.2	La tipologia dei tag	43
6.3	Tipologie di antenne e lettori nel varco	44
6.4	Disposizione delle antenne nel varco	47
6.5	Punto di applicazione dei tag	48
6.6	Verso di passaggio all'interno del varco.....	50
6.7	Analisi dei risultati.....	50



6.7.1	1° Prova: Varco Alien con 4 antenne (2 antenne per lato)	51
6.7.2	2° Prova : Varco Intermec con 4 antenne (2 antenne per lato)	54
6.7.3	3° Prova : Varco Alien con 4 antenne tutte sullo stesso lato	56
6.7.4	4° Prova: Varco Intermec con 4 antenne tutte sullo stesso lato	59
6.7.5	5° Prova: Varco Impinji con 4 antenne tutte sullo stesso lato e botti riempite d'acqua.....	61
6.7.6	6° Prova : varco Impinji con 4 antenne (2 per lato) e botti riempite d'acqua.....	63
6.8	Risultati finali.....	65
	7 Lettura delle botti con tag passivi mediante forklift.....	66
	8 Lettura delle botti con tag attivi.....	68
8.1	La fornitura hardware.....	71
8.2	La struttura software	72
8.2.1	Il sistema RTL.....	72
8.2.2	Le componenti.....	72
8.3	I tag	73
8.4	La sperimentazione	74
8.4.1	Test di laboratorio.....	74
8.4.1.1	Installazione software.....	74
8.4.1.2	Installazione access point	75
8.4.1.3	Calibrazione.....	76
8.4.1.4	Risultati sperimentali	78
8.4.2	La sperimentazione in azienda	81
8.4.2.1	Collocazione access point.....	81
8.4.2.2	Calibrazione.....	82
8.4.2.3	Risultati sperimentali	88
8.5	Conclusioni	89
	9 Lettura delle bottiglie.....	91
9.1	Posizionamento del tag sulla bottiglia	96
9.2	Tipologia di tag	97
9.3	Considerazioni sul collo di bottiglie	100
9.4	Allineamento dei tag all'interno del cartone.....	101
9.5	Analisi dei risultati.....	101
9.5.1	1° Prova: Bottiglie con tag UH100.....	101
9.5.2	2° Prova: Bottiglie con tag UH113.....	102
9.5.3	3° Prova: Bottiglie con tag UH180.....	102
	10 Analisi del pallet	103
	11 Valutazioni economiche.....	108
11.1	I confini dell'analisi	108
11.2	La definizione dello scenario tecnologico considerato.....	108
11.3	La valutazione dei costi e dei benefici	108
11.3.1	La valutazione dei benefici di efficienza	109
11.3.1.1	Gestione e tracciabilità delle barrique.....	109
11.3.1.2	Logistica in uscita	110
	Allestimento ordini.....	110
	Spedizione.....	111
11.3.2	La valutazione dei benefici di efficacia e di servizio.....	111
11.3.2.1	La riduzione dell'Out-Of-Stock.....	112
11.3.2.2	La riduzione dei contenziosi.....	112
11.3.2.3	Il miglioramento di accuratezza dei conteggi	112
11.3.2.4	La gestione del parco asset	112
11.3.2.5	La manutenzione degli asset.....	113
11.3.2.6	L'accuratezza delle registrazioni contabili.....	113
11.3.2.7	L'immagine verso gli stakeholder	113
11.3.2.8	La tracciabilità e la rintracciabilità nella filiera	113
11.3.2.9	Il controllo dell'obsolescenza	113
11.3.2.10	Strumento di anticontraffazione.....	114



AGRICONSULTING S.p.A.



11.3.3	La valutazione degli investimenti e dei costi correnti.....	117
11.3.3.1	I costi di investimento	117
▪	Gli investimenti in hardware.....	117
•	Gli investimenti in software.....	123
▪	Gli investimenti nella gestione del progetto.....	124
11.3.3.2	I costi correnti.....	125
11.3.3.3	Esempi di calcolo degli investimenti e dei costi correnti.....	126
	APPENDICI.....	135
A.	Agriconsulting Spa.....	136
B.	Indicod-Ecr.....	136
C.	Il laboratorio EPC.....	136
D.	Il partner della sperimentazione con i tag attivi.....	136
E.	I partner tecnologici dell' EPC Lab	136



1 Introduzione

Il presente documento vuole essere un utile approccio alla tecnologia RFID (e non solo) e alle possibilità abilitate dall'utilizzo di soluzioni EPC/RFID per un'azienda vitivinicola all'interno del Consorzio Toscana (nel seguito denominata sinteticamente l'azienda, le aziende o i soggetti), che costituisce un'importante realtà italiana che da sempre lavora per ottenere l'eccellenza dei suoi prodotti. Questo studio preliminare vuole verificare la possibilità di semplificare i processi più complessi e critici per la filiera relativi alla tracciabilità e rintracciabilità dei prodotti e degli strumenti utilizzati per la lavorazione del vino, senza modificare quelli già fluidi: in questi ultimi la nuova tecnologia deve inserirsi a "impatto zero" e, possibilmente, dovrebbe permettere di ottenere ulteriori benefici.

A tale proposito è emerso come all'interno del processo della cantina tipo le fasi di potenziale interesse di applicazione della tecnologie innovative in oggetto siano essenzialmente tre:

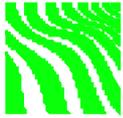
- A - all'entrata del prodotto nella cantina
- B - nello stoccaggio del prodotto in barriques (in gergo nella "barriccaia")
- C - nel fine linea (imbottigliamento e confezionamento)

Tuttavia, in seguito a vari approfondimenti effettuati presso la Braone Ricasoli e non solo (per completezza sono state condotte alcune analisi anche presso la Marchesi Antinori Spa, probabilmente la più grande e tecnologicamente evoluta delle cantine del Consorzio Toscana), la situazione reale in merito all'applicabilità di tecnologie innovative ed in particolare dell'RFID per la rintracciabilità dei prodotti è emersa essere la seguente:

A - all'entrata del prodotto (uva, uva/mosto, ecc.) nella cantina. Data la situazione organizzativa delle cantine e le modalità di conferimento del prodotto, non è stata ravvisata la necessità di studiare un'applicazione tecnologica di RFID (o altro) in tale fase del processo, il cui utilizzo, anche nei casi in cui fosse teoricamente applicabile non porterebbe vantaggi evidenti. In effetti, le difformità nelle modalità di accesso del prodotto all'azienda sia in termini di mezzo di trasporto, sia di contenitore, che di tipologia di prodotto (solo uva, uva e mosto, ecc.) renderebbero l'applicazione tecnologica molto complicata e macchinosa, senza peraltro arrecare grandi benefici rispetto alla situazione attuale.

B - nello stoccaggio del prodotto in barriques (in gergo nella "barriccaia"). In questa fase vi è una convergenza di opinioni, sia dei tecnici delle aziende intervistate (Barone Ricasoli, ma anche Marchesi Antinori spa) che degli esperti di progetto, nel valutare in modo positivo un sistema tecnologico innovativo di supporto alla rintracciabilità che consenta un più agevole, puntuale e approfondito accesso alle informazioni sul contenuto delle barriques rispetto alla situazione attuale (esecuzione manuale dei processi di identificazione e di rintracciabilità) o a tecnologie standard quali ad esempio il codice a barre (per la cui identificazione è necessario il contatto visivo e fisico, ed il cui processo è molto meno automatizzabile). In sintesi l'applicazione RFID in questa fase porterebbe vantaggi non solo nell'automatizzazione ed informatizzazione del sistema di rintracciabilità, ma anche nello svolgimento delle attività operative di gestione dello stoccaggio delle barriques.

C - sulle bottiglie/cartoni/pallet. L'utilizzo dell'RFID in questa fase, come nel caso precedente, potrebbe generare benefici sia nell'applicazione del sistema di rintracciabilità che in altre attività operative aziendali. Tuttavia, a differenza di quanto avviene nell'applicazione in barriccaia, dove i vantaggi operativi riguardano i processi interni (e dove quindi i costi ed i benefici sono facilmente misurabili), in questa fase i principali vantaggi operativi derivano dai benefici dell'applicazione in termini di anticontraffazione e soprattutto di differenziazione del prodotto e creazione di valore aggiunto attraverso la messa a disposizione di una serie di informazioni. Si tratta quindi di miglioramenti che sono connessi a fattori "esterni" all'azienda, ed in particolare alle capacità/interesse degli operatori/consumatori che stanno a valle della filiera di utilizzare tali infor-



AGRICONSULTING S.p.A.



mazioni e dal valore che essi attribuiscono a questo plus (in sostanza se e quanto sono disposti a remunerare tale valore aggiunto).

In particolare, poiché il costo dell'applicazione per bottiglia è abbastanza elevato (solo il TAG costa 7-12 cent/euro) e, a prescindere dalle esigenze di rintracciabilità interna ed altri benefici derivanti dall'ottimizzazione del processo aziendale e dall'anticontraffazione, per i prodotti di minore valore, di fascia media o medio bassa, dove la competizione si gioca sul fattore prezzo, essa potrebbe al momento non trovare una giustificazione economica (anche se in alcuni casi tale tecnologia viene già utilizzata anche per prodotti a minore valore aggiunto, come ad esempio coca cola o latte). Per i prodotti di fascia medio-alta ed elevata, ovvero per i grandi formati, il discorso invece potrebbe essere completamente diverso (il prodotto oggetto di studio, il Casalferro, è di fascia elevata); il ritorno in termini di immagine/comunicazione (e da altri aspetti) derivanti dall'utilizzo dell'RFID potrebbero essere tali da giustificarne abbondantemente il costo. Per quanto riguarda l'utilizzo dell'RFID da parte di coloro che dovrebbero riconoscere un valore economico a "tale applicazione", ossia gli operatori a valle della filiera ed i consumatori finali, è emerso come attualmente non siano ancora diffuse applicazioni presso i punti vendita della grande distribuzione per un accesso alle informazioni derivanti da sistemi RFID, anche se si comincia a riscontrare qualche caso pilota in catene della grande distribuzione (soprattutto all'estero).

Il poter leggere le informazioni contenute nei TAG (rintracciabilità evoluta) potrebbe al momento "non interessare" il principale canale intermedio di distribuzione del prodotto in oggetto, il "groupage" ossia il corriere/distributore, ma potrebbe invece essere di interesse delle enoteche, dove cominciano a svilupparsi diverse applicazioni di innovazioni per attingere alle informazioni relative al prodotto e forse, in un futuro non troppo lontano, anche di un certo tipo di ristorazione. In sintesi, a prescindere da valutazioni dei benefici di natura interna e alle necessità di anticontraffazione, per quanto riguarda gli operatori a valle della filiera ed il riconoscimento economico che questi potrebbero attribuire a questa innovazione, siamo in presenza di segnali di un potenziale interesse soprattutto da parte di GDO ed enoteche e probabilmente di una parte della ristorazione (è bene tuttavia sottolineare la parola "potenziale").

Infine, l'applicazione su pallet non sembra essere al momento di particolare interesse, poiché gran parte del prodotto delle cantine oggetto di indagine transita da un "groupage" ossia il corriere/distributore, che per sua funzione spesso rompe i pallet e smista i prodotti ai vari clienti, annullando in questo caso il beneficio dell'applicazione RFID al pallet.

Tali elementi porterebbero a concludere che l'utilizzo dell'"RFID" sulla bottiglia per fini operativi diversi dalla rintracciabilità (funzione che questa tecnologia svolge in modo molto valido a prescindere dal suo utilizzo anche, o solamente, per altri scopi), almeno nel breve periodo, potrebbe essere di potenziale interesse per i prodotti di medio-alta ed alta gamma e/o di grande formato, dove l'eventuale ritorno di marketing e di benefici anticontraffazione derivanti da tale applicazione coprono "abbondantemente" i maggiori costi (TAG, ecc.) di applicazione della tecnologia.

Riguardo a quest'ultimo aspetto, ossia l'utilizzo di tecnologie innovative per la messa a disposizione di informazioni sul prodotto a operatori a valle della filiera ed ai consumatori, la ricerca ha approfondito quindi la tecnologia RFID, fornendo gli elementi di valutazione alla cantine che eventualmente volessero applicarlo, così come ha vagliato altre tecnologie innovative applicabili (VEDERE PASQUALE, ecc.), con minori o diverse barriere di accesso, fornendo anche per queste ultime degli approfondimenti contenenti indicazioni utili alle scelte aziendali. Infine, nonostante sia stato giudicata dagli esperti delle aziende intervistate al momento "non interessante", è stata comunque effettuata un'analisi operativa (non i test) dell'applicazione RFID anche su pallet.

Alla luce di quanto emerso il lavoro si è posto come obiettivo quello di evidenziare l'utilizzo degli standard di identificazione e radiofrequenza promossi da Indicod-Ecr all'interno delle due attività ritenute interessanti per questo tipo di tecnologia innovativa: la "barricaia", con l'obiettivo di identificare le botti mentre queste vengono spostate, lavorate e stoccate, ed il fine linea produttivo, con l'obiettivo di identificare le singole bottiglie ed il cartone che le contiene. Tutte le analisi sono state svolte presso il laboratorio EPC/RFID di Indicod-Ecr e presso le Cantine del Castello di Brolio dell'Azienda Barone Ricasoli, e si basano su tecnologia EPC: lo stan-



AGRICONSULTING S.p.A.



dard EPC è un sistema di numerazione a 96 bit che fornisce un unico numero identificativo a 268 milioni di aziende, ognuna delle quali avrà a disposizione 16 milioni di categorie e 68 miliardi di numeri seriali per ciascuna categoria di prodotto.

Nel corso di realizzazione del progetto, a dimostrazione dell'interesse aziendale di innovare i sistemi di identificazione delle "botti" all'interno del magazzino di stoccaggio, è emersa come di interesse rilevante per i responsabili e tecnici della cantina una nuova attività di ricerca: la geolocalizzazione delle barriques all'interno della "barriccaia".

Essa consiste nell'utilizzo di sistemi RFID con tag attivi per la gestione ed il "monitoraggio" in continuo delle barriques; in altri termini tale sistema consente in ogni momento di sapere dove si trovano e come si muovono le barriques all'interno del magazzino. In effetti, benché si tratti di un sistema costoso (molto più costoso di un sistema a tag passivi e con lo stesso contenuto di informazioni), è emerso che per alcune realtà con determinate caratteristiche dimensionali e di gestione, come la Barone Ricasoli Spa, tale strumento, se applicabile e funzionante con una buona precisione ad un costo contenuto entro limiti accettabili¹ (cosa verificabile solo tramite un'approfondita ricerca e sperimentazione in loco), sarebbe stato ritenuto molto interessante.

E' importante fare notare come la tecnologia RFID studiata e messa a punto nel progetto consenta di rilevare in modo automatizzabile (senza la necessità di contatto come avviene con il codice a barre) e per una molteplicità di colli contemporaneamente (ad esempio un cartone con all'interno n bottiglie) che un determinato codice (bottiglia, cartone, barrique, ecc. dotate di TAG e relativo codice) è passato da un determinato punto (varco con antenne, su un muletto, ecc.), o si trova in un determinato posto (lettura con palmare, ecc.). Il sistema RFID registra tutti questi passaggi e convoglia tramite un proprio software (middleware) queste informazioni in un determinato punto (ad esempio un PC dove vi è un altro software in grado di associare queste informazioni a quelle già esistenti relative a quel lotto/codice).

Le informazioni "grezze" derivanti dal sistema RFID, a parte il caso di geolocalizzazione delle barriques con tag attivi, dove il sistema con il relativo software di gestione è in grado di fornire l'esatta posizione di ciascuna barrique all'interno del magazzino (il che è già un'informazione autosostenente, senza bisogno di alcuna elaborazione), non hanno un valore "auto sostenente", ma hanno bisogno di essere associate ad altre informazioni relative al codice rilevato.

In altre parole quando il sistema RFID rileva che un "codice" (ad esempio una barrique con quel codice) è transitato attraverso un varco o viene caricato su un muletto, devo poter associare tale passaggio ad un'operazione (ad esempio un travaso) e collegare questa operazione al lotto di prodotto interessato. Questa associazione avviene tramite un software specifico aziendale che dialogando con il software del sistema RFID (middleware), elabori le informazioni provenienti dal sistema RFID e le legghi al codice del lotto in oggetto, aggiungendo così vari strati informativi alla storia di quel lotto di produzione.

Tale software può gestire solo le informazioni della fase in oggetto (ad esempio lo stoccaggio delle barriques) svolgendo quindi solo una funzione gestionale di tale fase (ad esempio dello stoccaggio), ovvero gestire in modo integrato le informazioni provenienti dall'entrata del prodotto in cantina (ad esempio uva), fino all'imbottigliamento o oltre, gestendo quindi l'intero sistema di rintracciabilità.

Nel caso in cui l'azienda disponga già di un software che svolga tale/tali funzione si tratta di "collegare" tale software a il middleware del sistema Rfid.

Il presente report è così organizzato:

- Il **capitolo 2** fornisce una panoramica sui codici di identificazione EPC e GS1 in generale
- Il **capitolo 3** delinea quali sono le componenti principali di un sistema EPC/RFID
- Il **capitolo 4** spiega quali siano i fattori e le prestazioni da tenere in considerazione quando si eseguono dei progetti che vedono l'utilizzo dell'identificazione in radiofrequenza
- Il **capitolo 5** approfondisce le logiche di identificazione e scelta con le quali sono stati eseguiti i test (RFID)
- Dal **capitolo 6** al **capitolo 9** vi sono i risultati dei test (RFID):

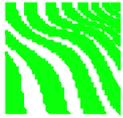
¹ Il livello di accuratezza nell'identificazione spaziale e delle barriques all'interno del magazzino è in funzione sia della caratteristiche del prodotto e del magazzino stesso (e delle iterazioni fra i due), sia dalla complessità (del numero di "readers", ecc.) del sistema infrastrutturale necessario alla lettura.



AGRICONSULTING S.p.A.



- Capitolo 6: Botti identificate mentre passano attraverso un varco (tag passivi)
- Capitolo 7: Botti identificate tramite il muletto (forklift) (tag passivi)
- Capitolo 8: Botti identificate tramite i tag attivi (geolocalizzazione delle barriques)
- Capitolo 9: Test sulle bottiglie e sui cartoni (tag passivi)
- Il **capitolo 10** presenta un'analisi per una possibile configurazione e lettura di un pallet di vino (sistema RFID)
- Il **capitolo 11** presenta una macro valutazione economica di investimenti e costi di gestione dei sistemi RFID individuati (apparecchiature impiegate nei test)



2 Standard di identificazione GS1, EPC ed EPCglobal

Questo capitolo vuole illustrare le principali caratteristiche dello standard EPC legato all'utilizzo della tecnologia RFID. Poiché lo standard EPC è parte integrante del sistema GS1 (sistema di identificazione automatica), le procedure di identificazione degli oggetti all'interno di un tag RFID derivano dagli standard di identificazione GS1.

Di seguito sono descritte le principali procedure di codifica definite dallo standard EPCglobal e successivamente il network EPCglobal che lega a livello internazionale gli utilizzatori della tecnologia RFID standardizzata secondo il sistema GS1.

Gli standard dell'EPCglobal Network™ sono infatti stati sviluppati con l'obiettivo di:

- *Facilitare lo scambio di informazioni e merci nella supply chain*

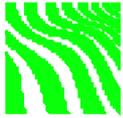
Per poter scambiare informazioni nella supply chain è indispensabile poter comunicare usando formati standard condivisi. Gli standard EPCglobal definiscono la struttura ed il formato dei codici identificativi EPC™ (data standard) ed meccanismi attraverso i quali le informazioni vengono scambiate (information exchange).

- *Favorire lo sviluppo di un mercato aperto e competitivo per tutte le componenti del sistema*

Gli standard EPCglobal definiscono le interfacce tra le componenti dell'EPCglobal Network™, in modo da garantire l'interoperabilità delle componenti hardware e software prodotte dai diversi fornitori di tecnologie o sviluppate internamente dalle aziende utenti, ma non definiscono le modalità di implementazione. In questo modo tutti gli utenti (end user) sono in grado di scegliere liberamente come implementare i sistemi informativi.

- *Incoraggiare l'innovazione*

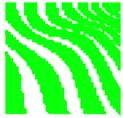
Gli standard di EPCglobal sono mantenuti ed aggiornati da EPCglobal Inc.™ attraverso i suoi gruppi di lavoro. Gli standard EPCglobal sono interfacce che garantiscono l'interoperabilità tra sistemi competitivi.



EPC/RFID in sintesi

Questo box vuole essere una utile sintesi di ciò che primariamente costituisce la tecnologia RFID in standard EPC.

- Un sistema basato sulla tecnologia RFID mette a disposizione dei diversi utenti, tramite un sistema di tag RFID, reader, antenne e di sistemi di raccolta dati, dei dati di base per l'identificazione e la localizzazione degli oggetti nello spazio
Un sistema adeguatamente strutturato è in grado di definire l'identificazione dell'oggetto tramite il tag RFID che vi è applicato, il luogo nel quale si trova o è transitato e quando è avvenuto l'evento
Successivamente, accompagnato da un'opportuna scelta di hardware e software a supporto, il sistema sarà in grado di informare l'utente relativamente ad ogni processo di business che coinvolge l'utente
- I tag EPC prevedono di base una memoria a 96 bit contenente dati codificati secondo lo standard EPCglobal (vedi Paragrafo 2.2): la memoria contenuta serve sia a tenere bassi i costi del singolo tag che a non specializzare la codifica su una particolare supply chain
- I tag attualmente disponibili sul mercato hanno la possibilità di abilitare una doppia funzione. Oltre alla principale funzione di identificazione e localizzazione, all'interno dello stesso tag può essere presente anche il componente utilizzato per i sistemi di anticontraffazione in punto vendita. In questo modo un unico strumento applicato al prodotto può gestire contemporaneamente due attività. Inoltre i tag RFID riportano un identificativo seriale univoco registrato dal produttore del tag e non più modificabile nei diversi nodi della filiera. In questo modo un adeguato sistema di controllo permetterà di identificare inequivocabilmente un tag originale da uno eventualmente copiato (vedi paragrafo 11.3.2.10)
Non tutte le tipologie di tag supportano la doppia funzione su descritta, l'utente che voglia sfruttare entrambe le possibilità dovrà scegliere dei tag specifici che permettano entrambe le funzioni
- La logica sulla quale si basa il network EPCglobal prevede dei campi ben definiti nei quali memorizzare le informazioni. Attualmente esso mette a disposizione degli utenti solo lo spazio utile per il numero seriale codificato nel tag RFID
Tutte le altre informazioni si aggiungono a livello di sistema informativo e possono essere scambiati tra i diversi partner commerciali tramite il motore di ricerca e scambio dati EPCIS (vedi Paragrafo 2.7)
- Oggi esiste già un'infrastruttura software EPCIS open source messa gratuitamente a disposizione delle aziende sul sito: <http://www.fosstrak.org/epcis/>
- Il valore aggiunto del network è quello che permette di ricostruire la storia dell'oggetto dall'origine fino al punto in cui l'utente richiede le informazioni passando attraverso tutti gli step intermedi (se, ovviamente, le informazioni sono rese disponibili dai diversi intermediari). Ciò non rappresenta solo i processi logistici dei prodotti ma può essere parte integrante di qualsiasi processo aziendale
- Attualmente il codice a barre sui prodotti deve essere comunque mantenuto perché ha una funzione di backup (in quanto replica in chiaro le informazioni contenute nel tag RFID), ed inoltre perché non tutti gli attori della supply chain saranno adatteranno simultaneamente la tecnologia RFID
- L'utilizzo di un tag su un singolo prodotto, specialmente se di fascia alta, può fornire utili informazioni a livello di marketing verso il cliente finale: infatti, quest'ultimo potrebbe, imputando il codice univoco del tag EPC in un sito ad-hoc (basato sul sistema EPCIS), conoscere tutta la storia dell'oggetto acquistato ed i passaggi attraverso la filiera
- Attenzione alla privacy! Se si inserisce un tag sul o dentro il prodotto che raggiunge i consumatori finali, questi ultimi devono esserne bene informati



2.1 Le strutture numeriche GS1

Il Sistema di identificazione GS1 fornisce una serie di chiavi per identificare singole referenze, unità imballo, unità logistiche, beni a rendere, luoghi e funzioni.

GTIN (Global Trade Item Number)

In ambito GS1 tutte le unità commerciali (singola referenza, collo o pallet) e sono identificate con il GTIN (Global Trade Item Number), ovvero unità sulle quali è possibile recuperare informazioni predefinite, utili per tutte le operazioni commerciali, che possono essere ordinate, prezzate e fatturate.

Il GTIN è il codice GS1 a loro assegnato che ne garantisce l'identificazione univoca attraverso una delle quattro strutture numeriche sotto riportate:

- Struttura GTIN-14

Indicatore	GTIN dell'unità commerciali contenute (senza check digit)													Check Digit
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄	

- Struttura GTIN-13

Prefisso Aziendale GS1 >						< Codice prodotto						Cifra
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃

- Struttura GTIN-12

Prefisso Aziendale GS1 >						< Codice prodotto						Check Digit
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	

- Struttura GTIN-8

Prefisso GS1-8 >				< Codice prodotti				Check Digit
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	

GLN (Global Location Number)

Il Global Location Number (GS1 GLN) consente l'identificazione univoca e inequivocabile di unità operative (entità fisiche, funzionali o legali) con la struttura numerica standard a 13 cifre.

La struttura del GLN è la seguente:

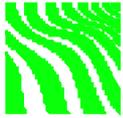
Prefisso Aziendale GS1 >						< Luogo/ Funzione						Check Digit
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃

SSCC (Serial Shipping Container Code)

Il GS1 SSCC, numero di identificazione del singolo pallet con lunghezza fissa di **18 cifre**, consente la tracciabilità fino all'apertura del film e alla scomposizione in casse.

La struttura dell'SSCC è la seguente:

Cifra di estensione	Prefisso Aziendale GS1 >						< Numero di serie						Check Digit				
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄	N ₁₅	N ₁₆	N ₁₇	N ₁₈



AGRICONSULTING S.p.A.



GIAI (Global Individual Asset Identifier)

Il Global Individual Asset Identifier (GIAI), ovvero Numero di Identificazione per Beni Individuali, deve essere utilizzato unicamente per l'identificazione di beni (per tutta la loro "vita") allo scopo di fornire un archivio dei dati più rilevanti. Non deve mai essere utilizzato per identificare un prodotto o un'unità logistica.

La struttura del GIAI è la seguente:

Prefisso Aziendale GS1 >	< Bene individuale >
N ₁ ... N _i	X _{i+1} ... X _j (j<=30)

GRAI (Global Returnable Asset Identifier)

Un bene a rendere è un "prodotto riutilizzabile" utile per il trasporto o l'imballaggio (per esempio fusti per liquidi, pallet in plastica, cassette, ecc.). L'identificazione GS1 per i beni a rendere è definita Global Returnable Asset Identifier (GRAI). Questo numero permette di tracciare e rilevare i dati più importanti di un determinato bene e non si riferisce al suo contenuto.

La struttura del GRAI è la seguente:

Prefisso Aziendale GS1 >	< Bene a rendere	Check Digit	Numero di serie (opzionale)
0 N ₁ N ₂ N ₃ N ₄ N ₅ N ₆ N ₇ N ₈ N ₉ N ₁₀ N ₁₁ N ₁₂		N ₁₃	X ₁ variabile X ₁₆

2.2 Tag Data Standard

Lo standard EPC™ è un sistema di numerazione a 96 bit che fornisce un unico numero identificativo a 268 milioni di aziende, ognuna delle quali avrà a disposizione 16 milioni di categorie e 68 miliardi di numeri seriali per ciascuna categoria di prodotto. Ad ogni codice EPC™ sono associate le informazioni sul prodotto: le caratteristiche, il produttore e il prezzo.

Per poter utilizzare i codici GS1 già assegnati per l'identificazione delle proprie unità commerciali e logistiche, l'azienda dovrà sottoscrivere l'EPCglobal tramite una delle organizzazioni GS1/EPCglobal nel mondo (in Italia, Indicond-Ecr) nel paese nel quale l'azienda ha sede legale.

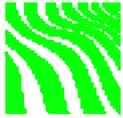
I "Tag data standards" sono le specifiche tecniche che disciplinano la struttura numerica dei codici EPC™ (numeri binari a 96 bit).

Il codice EPC™ è composto come segue:

- **Header:** identifica lunghezza, tipo, struttura e versione EPC™;
- **Filter Value:** consente una lettura efficace/efficiente dei tag EPC™ in quanto discrimina tra i livelli di imballaggio/confezionamento (es. permette al reader di discriminare il GTIN dell'unità consumatore dal GTIN dell'unità imballo);
- **Partition:** indica il punto della struttura numerica nel quale termina il prefisso GS1 aziendale (company prefix) ed inizia il codice referenza (item reference);
- **EPC manager:** individua l'azienda che identifica le unità commerciali, i servizi e i luoghi e funzioni;
- **Object class:** identifica la tipologia di referenza (la stock keeping unit);
- **Serial number:** identifica la singola unità (pallet/cartone/prodotto).

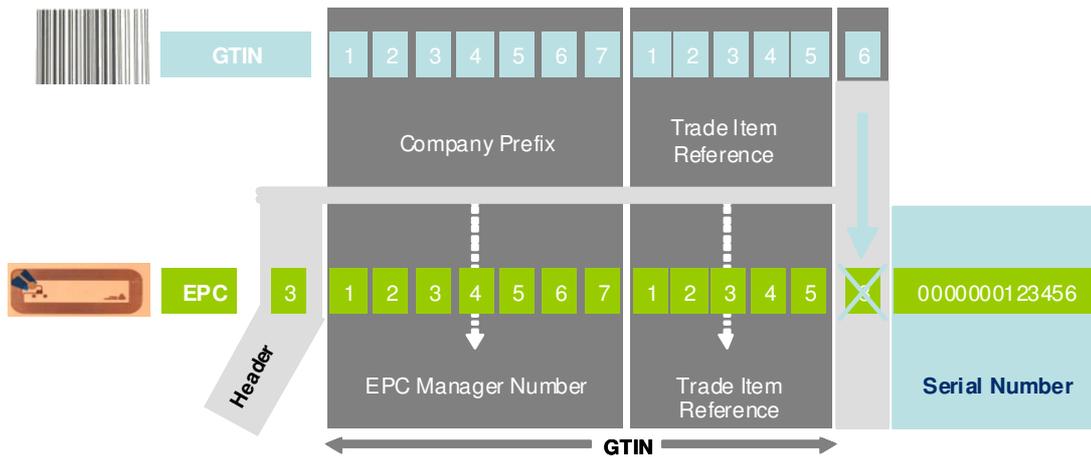
I tag EPC™ possono registrare solo una delle chiavi di identificazione GS1:

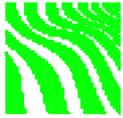
- SGTIN per l'unità consumatore (equivale ad un GTIN seguito da un codice seriale);
- GLN per l'identificazione delle entità fisiche, giuridiche e funzionali;
- SSCC per l'unità logistiche;
- GRAI per i beni a rendere;
- GIAI per i beni individuali.



Le aziende utenti sono responsabili della registrazione dei codici EPC™ nei sistemi informativi interni così come attualmente avviene per i codici GS1. Naturalmente la componente seriale dei codici EPC™ rappresenta un nuovo campo dati nei sistemi informativi attuali.

Le chiavi di identificazione GS1 possono essere integrate nell'EPC Tag come nell'esempio che segue:





AGRICONSULTING S.p.A.



Il concetto di EPCglobal Network™ e lo standard EPC™ sono stati sviluppati dall'Auto-ID Center, un istituto di ricerca del Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) con 7 laboratori in altrettante università nel mondo.

Le funzioni amministrative dell'Auto-ID Center sono ufficialmente terminate nel 2003 e le attività di ricerca sono state trasferite ai laboratori Auto-ID.

EPCglobal Inc.™ continua a collaborare e a sponsorizzare i laboratori Auto-ID per migliorare la tecnologia nel rispetto delle esigenze aziendali degli utenti.

2.4 Intellectual Property Policy

Al fine di garantire che gli standard dell'EPCglobal Network™ siano assolutamente royalty-free, EPCglobal ha definito un'Intellectual Property Policy a cui devono obbligatoriamente aderire tutte le aziende (utenti e fornitori di tecnologie) che partecipano ai gruppi di lavoro hardware e software⁴ e ai Business Action Group⁵. Aderendo all'Intellectual Property Policy, le aziende si impegnano a non ostacolare la diffusione delle specifiche tecniche EPCglobal attraverso l'imposizione dell'acquisto di licenze.

In assenza di tale accordo, EPCglobal Inc.™ non sarebbe in grado di assicurare, agli utenti finali, la possibilità di utilizzare le specifiche EPCglobal senza essere obbligati ad acquistare licenze/autorizzazioni dalle aziende fornitrici di tecnologie.

La missione di EPCglobal è incoraggiare lo sviluppo di specifiche dell'EPCglobal Network royalty-free, in modo che le aziende utenti possano beneficiare di standard globali ed aperti.

2.5 Sicurezza

La struttura dell'EPCglobal Network™ è stata sviluppata per garantire un ambiente informativo sicuro sia all'interno che all'esterno dell'azienda utente. Le funzionalità di sicurezza sono già previste nelle specifiche tecniche al fine di conciliare le esigenze degli utenti di proteggere informazioni confidenziali e la possibilità offerta dall'EPCglobal Network™ di scambiare e recuperare informazioni relative alle transazioni commerciali e agli oggetti movimentati nella supply chain.

2.6 Privacy

L'EPCglobal Public Policy Steering Committee (PPSC) è responsabile della definizione delle attuali linee guida sulla privacy per l'EPCglobal Network™.

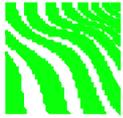
Ad oggi, esse prevedono che:

- ogni prodotto sul quale è apposto un tag EPC™ riporti il logo EPC™ sulla confezione, per indicarne inequivocabilmente la presenza;
- il consumatore venga informato delle modalità per procedere alla rimozione o disabilitazione dei tag presenti sui prodotti acquistati;
- tutte le aziende, che utilizzano la tecnologia RFID basata su standard EPC™, comunichino attraverso una campagna di informazione le caratteristiche della tecnologia e i suoi benefici;
- il tag EPC™ non registri dati personali ma soltanto i codici di identificazione dei prodotti così come già avviene con l'attuale codice a barre.
- attività di educazione/informazione dei consumatori sulla tecnologia EPC

L'EPCglobal PPSC continua a lavorare per aggiornare queste linee guida in conformità alle normative sulla privacy.

⁴ Gli Hardware Action Group sviluppano le specifiche tecniche per le principali componenti hardware dell'EPCglobal Network™ (es. tags e lettori). I Software Action Group definiscono le specifiche tecniche di sistema: l'Application Level Event; l'Object Naming Service; gli EPC Information Service, ecc.

⁵ I Business Action Group sono composti da aziende della produzione e della distribuzione, che intendono utilizzare la tecnologia EPCglobal Network™, con l'obiettivo di identificare le esigenze aziendali e condividere business case per ottimizzare la supply chain.



2.7 L'EPCglobal Network, i componenti fondamentali

Il sistema informativo EPCglobal Network™ si basa sulla possibilità di identificare in modo semplice ed efficace le merci movimentate nella supply chain a livello di pallet, collo, fino alla singola unità di vendita al consumatore finale. Questa visione è abilitata dall'associazione della tecnologia RFID con le infrastrutture esistenti per le comunicazioni di rete e l'Electronic Product Code™⁶.

La visione di EPCglobal è svincolata dalla tecnologia. Difatti, la struttura dell' EPCglobal Network™ è tale per cui la sua implementazione non dipende né da una particolare offerta tecnologica, né da una specifica azienda fornitrice di tecnologia e prevede la possibilità di utilizzare qualsiasi mezzo permetta di acquisire i codici EPC™ che sono alla base del suo funzionamento.

Il Network si compone di cinque componenti fondamentali:

- Electronic Product Code™,
- ID System (tag e reader EPC™),
- EPC™ Middleware,
- Discovery Services (ONS)
- EPC™ Information Services (EPCIS).

Electronic Product Code™

L'Electronic Product Code è uno schema di numerazione universale per l'identificazione di tutti gli oggetti fisici movimentati nella supply chain tramite tecnologia RFID.

La struttura standard del sistema di identificazione consiste in:

- un codice EPC™ (o EPC™ identifier), che identifica in modo univoco ed individuale ogni singolo oggetto;
- un Filter Value che consente una lettura efficace/efficiente dei tag EPC™ in quanto discrimina tra i livelli di imballaggio/confezionamento (es. consente al reader di discriminare il GTIN⁷ dell'unità consumatore dal GTIN dell'unità imballo).

ID System

L' ID System, ovvero il sistema di identificazione, è basato sui *tag* RFID, sui quali è memorizzato il codice EPC™, applicati ai pallet, colli e singole referenze ed i *reader*.

L'EPC™ Middleware

Il layer di integrazione o middleware RFID è lo strato di architettura tra i device RFID⁸ ed i sistemi informativi esistenti. Il suo compito principale è ricevere i dati RFID dalle fonti alimentanti (es. RFID device) ed integrare gli stessi nelle applicazioni enterprise, ovvero convertire i dati RFID grezzi in informazioni di processo grazie all'associazione di key business rules, anagrafiche e transazioni ai dati RFID.

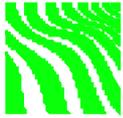
Il middleware gioca un ruolo fondamentale nelle soluzioni RFID in quanto permette di:

- ricevere le segnalazioni dai lettori RFID distribuiti nella azienda;
- controllare le informazioni ricevute (con funzioni di filtro, di eliminazione delle letture duplicate, di aggregazione dei dati, ecc.);
- memorizzare le informazioni su database aziendale;
- elaborare le informazioni ricevute, arricchendone i contenuti con logiche applicative locali oppure aggiornando i sistemi applicativi aziendali.

⁶ L' Electronic Product Code™ è un codice che identifica in maniera univoca ed individuale ogni elemento della supply chain.

⁷ Il termine Global Trade Item Number (GTIN) indica il codice GS1 assegnato alle unità consumatore, unità imballo (o trade unit) o unità logistiche ovvero a tutte le unità commerciali sulle quali è possibile recuperare informazioni predefinite, utili per tutte le operazioni commerciali.

⁸ RFID device sono i lettori mobili, i varchi, i lettori fissi, le stampanti.



AGRICONSULTING S.p.A.



Object Naming Service (ONS)

L'ONS, componente dei Discovery Services, guida i sistemi informatici nel processo di localizzazione delle informazioni in rete (Internet), relative a ciascun oggetto identificato da un codice EPC™. Il suo ruolo è simile a quello del DNS (Domain Name System), il quale indirizza i computer in rete al fine di localizzare le pagine associate ad un determinato sito web. Analogamente, l'ONS partendo dal codice EPC™ restituisce un indirizzo web (o una URL) dove risiedono tutte le informazioni relative a quel pallet, collo o oggetto. Tutto questo permette di immagazzinare un'enorme quantità di dati in rete, più di quanto sarebbe possibile fare sui tag apposti sui singoli oggetti.

EPC Information Service (EPCIS)

Si tratta di risorse informative che registrano le informazioni relative ai singoli oggetti e consentono lo scambio di queste informazioni tra i partner commerciali attraverso il sistema EPCglobal Network™.

Gli EPCIS data, ovvero le informazioni registrate in un EPCIS, sono suddivise nelle seguenti categorie:

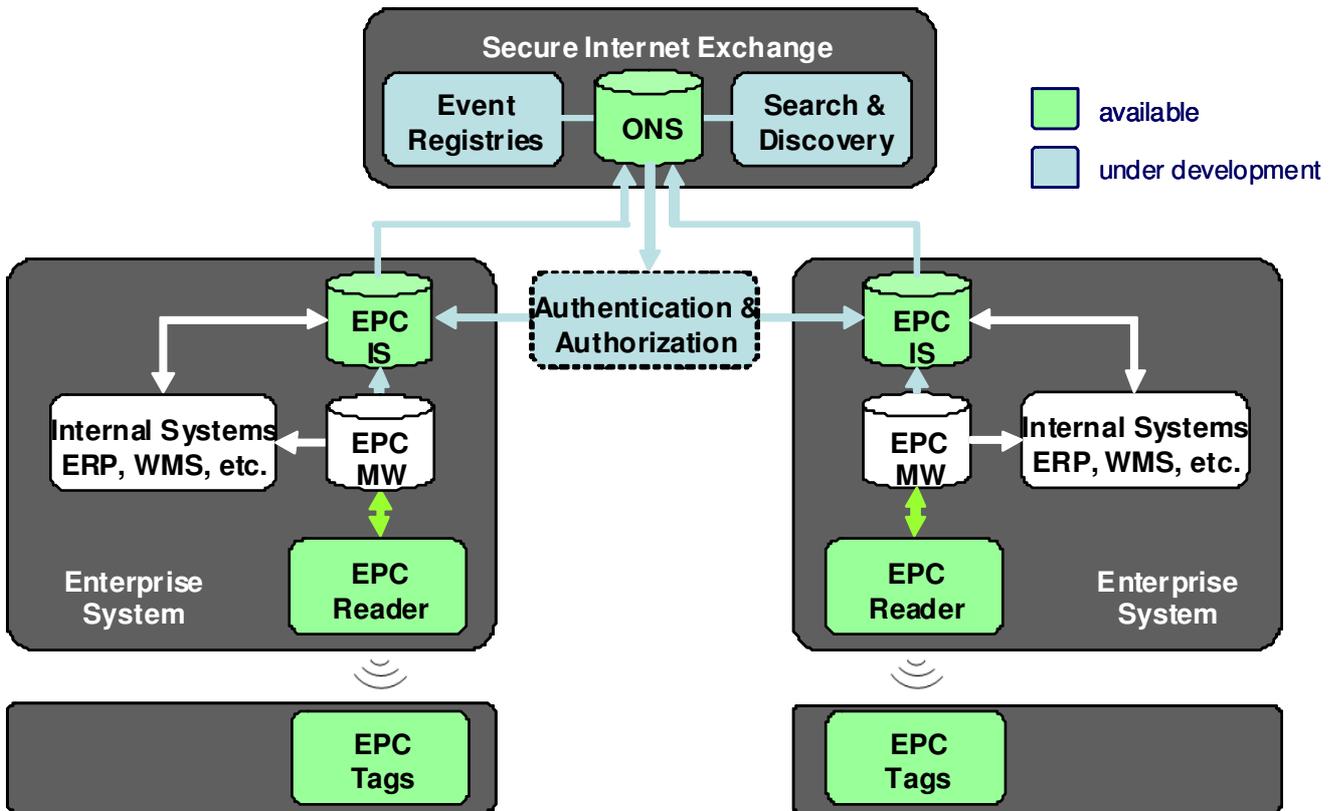
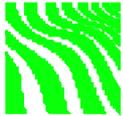
- *Static Data*: informazioni che non cambiano nel corso della vita delle referenze: nome del prodotto, dimensioni, data di scadenza, numero di lotto, ecc.
- *Transactional Data*: informazioni che cambiano nel corso della vita della referenza identificata, quali: luogo di consegna, ecc.

2.8 I principi base di funzionamento

Il sistema EPCglobal Network™ consente l'identificazione in rete tramite il servizio Object Naming Service (ONS). L'ONS è un registro globale che svolge funzionalità analoghe ai DNS (Domain Name Service) e sulla base del codice EPC™ ricevuto (letto sul tag dal reader), fornisce al Middleware (software per raccogliere, archiviare e filtrare i dati ricevuti dai reader/lettori) l'indirizzo dell'EPC Information Service (EPCIS, ovvero server locale/remoto) sul quale risiedono le informazioni relative al prodotto.

L'EPC™, ovvero il codice identificativo, e tutti i dati riguardanti il prodotto sono registrati presso i server locali (EPCIS) collegati al Web. Ogni volta che le aziende vorranno consultare i dati aggiornati potranno collegarsi ai database e, se gli operatori sono abilitati, gestire direttamente ogni tipo di cambiamento delle informazioni.

Infine il linguaggio di markup (Physical Markup Language per la comunicazione tramite web) è utilizzato per descrivere tutti i dati relativi ai prodotti quali ad esempio: numeri EPC™, orario certificato, identificativo del lettore (EPC™ lettore), la temperatura, nonché la posizione del lettore/reader che ha inviato la query (interrogazione). Inoltre, il PML funge da interfaccia tra i lettori e le applicazioni che intendono accedere ai dati EPC™ tramite la rete.





AGRICONSULTING S.p.A.



2.9 Sistemi di localizzazione e Privacy

Al termine di questo capitolo viene introdotto questo paragrafo poiché tecnologia e privacy trovano più occasioni di conflitto che di convergenza.

I sistemi di localizzazione, in particolare, proprio a causa della loro applicabilità ai numerosi campi della vita lavorativa e pubblica dell'individuo, pongono inevitabilmente la questione sulle tematiche di sicurezza e riservatezza del trattamento dei dati personali.

La possibilità di monitorare, infatti, lo spostamento di persone sul posto di lavoro come in ambienti pubblici desta non poche perplessità.

I timori più frequenti legati all'impiego e alla progressiva diffusione delle tecnologie di geolocalizzazione riguardano in primo luogo l'identificabilità e la tracciabilità.

Si teme maggiormente un mancato rispetto della privacy in casi di mancata disattivazione dei dispositivi, che possono continuare il monitoraggio del soggetto al di fuori dell'area prestabilita. Tuttavia bisogna sempre considerare che le etichette RFID passive, utilizzate generalmente nei sistemi di geolocalizzazione, non possono essere lette a distanza sufficiente per realizzare un'efficace azione di sorveglianza.

Non pochi timori, inoltre, sono legati alla capacità profilare, ovvero alla possibilità di creare delle banche dati, preziose per le analisi di mercato, contenenti informazioni sui comportamenti rilevati dai dispositivi.

Un ulteriore aspetto riguarda la sicurezza del trattamento dei dati personali attraverso le tecnologie di localizzazione.

Ultima preoccupazione riguarda la miniaturizzazione di certi dispositivi che ne comporta una difficile individuazione. Questo significa che il timore maggiore riguardo queste tecnologie è rappresentato dalla possibilità di essere monitorati senza averne la consapevolezza.

Questi brevi cenni sono sufficienti per comprendere quanto sia delicato il problema della privacy connesso alla diffusione di questo tipo di tecnologie.

Infatti, la questione del trattamento dei dati personali, se non opportunamente affrontato, potrebbe costituire l'unico ostacolo alla loro adozione in larga scala.

In questo capitolo si vuole fornire un quadro sugli aspetti generali previsti dalla normativa vigente in tema di trattamento dei dati personali.

Un breve cenno sarà fatto anche sui recenti tentativi di regolarizzare alcune tecnologie utilizzate dai sistemi LBS, come ad esempio la tecnologia a radiofrequenza.

Successivamente saranno richiamate le norme generali, relativamente all'ambito applicativo logistico.

2.9.1 L'ordinamento comunitario

Il settore della geolocalizzazione, a causa del suo decollo molto recente, non è inquadrabile in un quadro legislativo specifico.

Tuttavia, nonostante il settore comprenda tecnologie ancora in fase di sperimentazione, è stato oggetto negli ultimi tempi di particolare attenzione.

Le implicazioni di carattere personale e sociale insite in queste tecnologie, infatti, hanno fatto emergere l'esigenza di un intervento tempestivo in questo settore.

E' stato più volte sottolineato che un adeguato modello normativo avrebbe potuto regolare l'utilizzo di questi sistemi in modo che questi non risultino lesivi per le libertà civili e per il diritto alla privacy.

Un nucleo di regole basilari potrebbe, inoltre, non solo tutelare i diritti fondamentali della persona, ma allo stesso tempo può fungere da volano per queste nuove tecnologie, facendo da linee guida per una innovazione sostenibile.

L'Unione europea è intervenuta spesso nel corso degli ultimi anni in materia di trattamento dei dati personali attraverso le tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

Il primo strumento per far fronte a queste tematiche è rappresentato dalla Direttiva 95/46/CE sulla protezione dei dati personali integrata successivamente dalla Direttiva 97/66/CE del 15 dicembre 1997.

Queste direttive forniscono i principi generali sulla privacy e sono state recepite all'interno del nostro Codice in materia di protezione dei dati personali.

Nel 2002 si compie un ulteriore passo avanti con l'emanazione della Direttiva 2002/58/CE sull'elaborazione dei dati personali e la protezione della Privacy nel settore delle comunicazioni elettroniche.

Siamo però ancora lontani da una regolamentazione specifica sulle tecnologie LBS.

Solo le tecnologie RFID in particolare sono state oggetto d'interesse ultimamente della Commissione europea che, nel corso del 2006, ha tenuto cinque workshop cui hanno partecipato esperti e operatori del settore³⁹.



AGRICONSULTING S.p.A.



L'obiettivo di tali incontri era la stesura di un documento che potesse integrare la Direttiva 2002/58/CE relativamente alla tecnologia RFID e al suo impatto sulla privacy.

Le indicazioni emerse dai workshop evidenziano la necessità di adottare dei programmi di autoregolamentazione disciplinanti la materia a partire dalla progettazione costruzione degli apparati RFID. In quest'ottica si inserisce il provvedimento del nostro Garante (9 marzo 2005), che analizzeremo meglio nel seguente sottoparagrafo.

2.9.2 I provvedimento del Garante (9 marzo 2005)

Il primo passo avanti, rispetto ad una regolamentazione più specifica sulle tecnologie di localizzazione è rappresentato dal provvedimento del Garante in materia di utilizzo delle "etichette intelligenti" (RFID).

Lo scopo del provvedimento, emanato il 9 marzo 2005, è quello di offrire delle linee guida per un impiego delle tecnologie a radiofrequenza nel rispetto dei principi dettati dal Codice e, in particolare, delle libertà, dei diritti fondamentali e della dignità degli interessati.

Il Garante dunque, a garanzia degli interessati prescrive alcune prime misure che devono essere approntate da coloro che si avvalgono di tecniche fondate sulla RFID; "c'è, anche al fine di consentire ad operatori e produttori di predisporre dispositivi offerti in conformità alla normativa in materia di tutela dei dati personali".

Il regolamento dunque richiama alcuni principi dettati dal Codice e li contestualizza all'interno di sistemi che sfruttino la tecnologia a radiofrequenza.

Tali principi sono:

- Il principio di necessità
- Il principio di liceità
- Il principio di finalità e qualità
- Il principio di proporzionalità
- Il principio di dignità

Il provvedimento richiama inoltre gli obblighi e le condizioni del trattamento dei dati per mezzo di tecnologie RFID. Questi sono:

- Obbligo di informativa
- Consenso

Sono richiamati, inoltre, gli obblighi a carico del titolare del trattamento:

- Notificazione al garante di trattamenti concernenti dati indicanti la posizione geografica di persone ad oggetto ovvero effettuati con l'ausilio di strumenti elettronici volti a definire il profilo o la personalità dell'interessato;
- Adozione delle misure di sicurezza;
- Selezione dei soggetti autorizzati a compiere operazione di trattamento sulla base di compiti assegnati e delle istruzioni impartite.

Particolare importanza hanno infine le disposizioni relative alla:

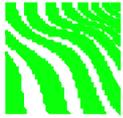
- Disattivazione e alla rimozione delle etichette, secondo le quali l'interessato dovrebbe poter rimuovere gratuitamente e agevolmente l'etichetta RFID al momento dell'acquisto del prodotto su cui è apposta.
- Impianto sottocutaneo di microchip, "che può essere ammesso solo in casi eccezionali, per comprovate e giustificate esigenze a tutela della salute delle persone, in stretta aderenza al principio di proporzionalità, e nel rigoroso rispetto della dignità dell'interessato".

Il testo completo del provvedimento può essere consultato a questo indirizzo:

<http://www.garanteprivacy.it/garante/doc.jsp?ID=1109493>.

2.9.3 Il problema della privacy negli ambiti di applicazioni logistiche

In questo paragrafo si intendono analizzare le modalità per regolamentare la disciplina sul trattamento dei dati personali nell'ambito di applicazioni logistiche.



AGRICONSULTING S.p.A.



Tale analisi deve essere condotta distinguendo inizialmente gli ambiti che non presumono alcun trattamento dei dati personali, perché progettati al fine di effettuare il tracciamento di oggetti e prodotti.

Tutti gli altri invece presumono un trattamento dei dati personali e di conseguenza è importante sottolineare gli obblighi che devono essere rispettati.

Si è già parlato del ruolo che le tecnologie di localizzazione possono assumere in questo particolare settore. Nonostante il monitoraggio dei magazzini avvenga tramite l'apposizione di tag attivi sugli assett (pallett, carrelli elevatori, ecc), si pone ugualmente la questione del controllo a distanza dei lavoratori. Se si è a conoscenza di quale dipendente stia utilizzando un particolare assett, allora il tracciamento dell'assetto equivarrà al tracciamento del dipendente stesso. Attraverso la localizzazione degli assett, infatti è dunque possibile monitorare a distanza anche l'operato dei lavoratori. Secondo la legge italiana, i dispositivi di controllo dell'attività dei lavoratori possono essere installati soltanto previo accordo con le rappresentanze sindacali aziendali. In mancanza di questo si è di fronte ad una violazione della Privacy.

2.10 Wi-Fi e salute

L'Organizzazione Mondiale per la Sanità (WHO) ha pubblicato un documento dal titolo "Campi elettromagnetici e salute pubblica" che affronta i rischi del Wi-Fi e delle altre onde.

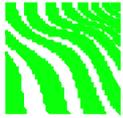
La WHO tuttavia afferma in questo documento che non c'è una prova reale degli effetti nocivi del Wi-Fi sulla salute della popolazione che vive vicino a queste reti.

Secondo i risultati dello studio pubblicato a maggio del 2006, "...il solo effetto dei campi elettromagnetici a radiofrequenza notato è stato un aumento della temperatura corporea, legato però all'esposizione a campi di intensità molto elevata, che non sono replicati dall'industria a livello commerciale".

In Italia, il ministero della Salute ha avviato presso il Centro Nazionale di Controllo delle Malattie (CCM), il progetto "Salute e campi elettromagnetici (CAMELET)". Il progetto dalla durata triennale è realizzato dall'Istituto Superiore di Sanità ed ha come obiettivo l'istituzione presso il CCM di una struttura per valutare i dati scientifici, la stima dei rischi sanitari e l'ideazione informazione ai cittadini, tramite pubblicazioni.

Per maggiori informazioni sull'argomento, si consiglia la lettura dell'allegato 2 al link:

http://legxv.camera.it/_dati/leg15/lavori/bollet/200712/1211/html/12/allegato.htm#109n1.



3 Le componenti di un sistema RFId

3.1 Introduzione

Il termine RFId (Radio Frequency Identification) afferisce ad una tecnologia che permette di acquisire automaticamente dati per l'identificazione di oggetti e persone all'interno di un sistema informatico senza l'ausilio di un operatore umano.

La radio-identificazione non è una sola tecnologia, ma si compone di un ventaglio di possibili applicazioni che spaziano dalla regolamentazione degli accessi all'identificazione delle merci.

L'utilizzo di una soluzione tecnologica a radio frequenza consente di riconoscere una pluralità di oggetti contemporaneamente, non richiede la visibilità ottica delle etichette (che quindi possono venire lette anche se poste all'interno degli imballi dei prodotti), è meno sensibile alla velocità di transizione dell'oggetto rispetto al lettore (perché non deve essere acquisita una immagine ferma ma invece viene ricevuto un segnale che propaga in aria).

3.2 L'architettura di un sistema RFId

Nelle sue linee essenziali un sistema RFId è schematizzabile in due grandi sottosistemi il cui ruolo è rispettivamente quello di reperire ed elaborare i dati relativi alla identificazione automatica dei prodotti.

Il sistema di acquisizione dei dati è costituito da un ricetrasmittitore (reader o transceiver) e da un tag (o transponder) collocato sull'unità logistica da identificare, in grado di comunicare tra loro con l'ausilio di antenne scambiandosi segnali modulati a radiofrequenza; RFId quindi non ha l'esigenza di abbinare fisicamente al prodotto un lettore ottico (come succede nel caso dei bar-code). Per quanto riguarda l'elaborazione dei dati è necessario avere piattaforme software dedicate alla raccolta ed alla gestione delle informazioni provenienti dalle interrogazioni dei tag.

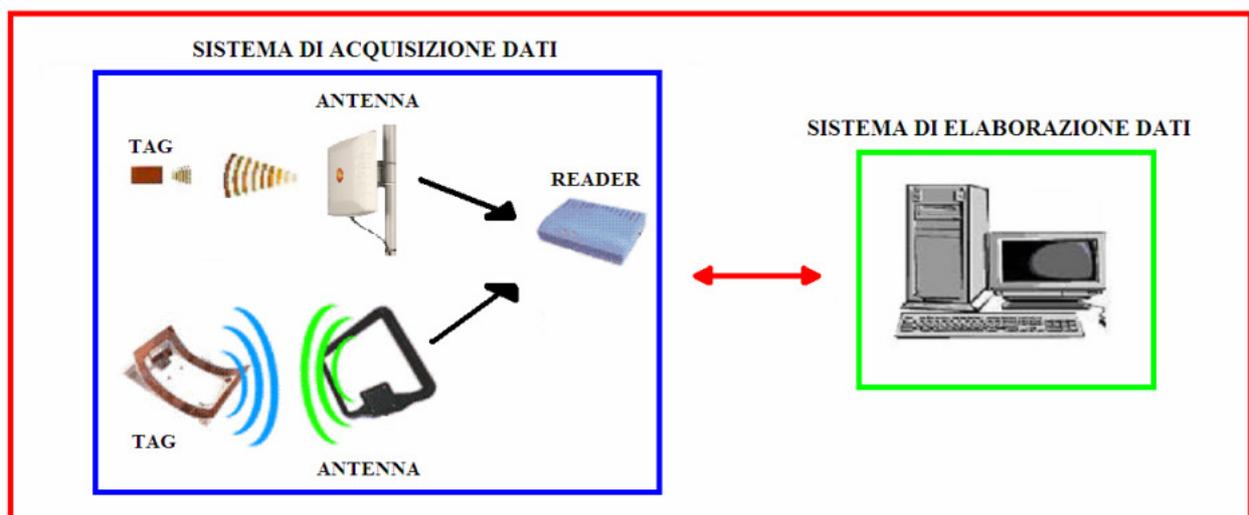


Figura 1: schema di funzionamento di un sistema RFId

Il Tag è il componente che, applicato ad un oggetto o ad una persona, consente la sua identificazione senza alcun collegamento o contatto diretto, tramite l'invio di un segnale radio eventualmente in risposta ad un comando ricevuto da una stazione remota.

Interamente il tag è composto da due elementi fondamentali, l'antenna e il chip, mantenuti assieme da un supporto fisico (detto inlay) dipendente da dove verrà collocato e in che modo sarà impiegato il tag.



E' importante notare che affinché possa avvenire la comunicazione tra tag e antenna, questi devono essere sintonizzati alla stessa frequenza. Nel caso del tag questo equilibrio è molto fragile: basta infatti anche solo apporre il tag su una superficie metallica per spostare tale frequenza e di fatto rendere il tag illeggibile. Le antenne: sono alimentate, ad elevato guadagno, e devono illuminare con il loro segnale una regione di spazio sufficientemente ampia da inglobare le dimensioni dell'unità logistica da tracciare. Il loro dimensionamento è subordinato alla particolare applicazione da svolgere, con particolare riferimento al volume della regione di spazio da irradiare col segnale ed alla distanza tra antenna e tag. In generale il fascio di radiazione di queste antenne è schematizzabile come un cono ampio 70° sia in verticale che in orizzontale.

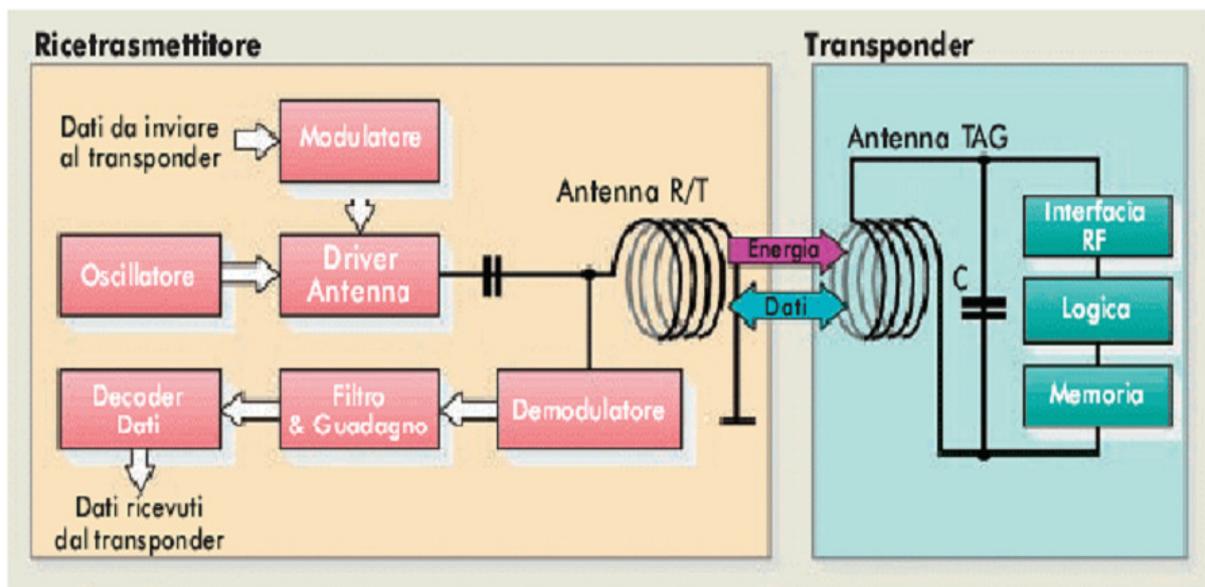


Figura 2: sistema di identificazione a radio frequenza (RFID)

3.3 Possibili classificazioni dei sistemi RFID

Una caratteristica molto importante per i sistemi RFID è l'alimentazione del tag e in base a questo criterio si possono identificare tre famiglie di transponder:

- **tag passivi:** non possiedono un'alimentazione propria, tutta la potenza richiesta per le operazioni da svolgere è erogata dal campo elettromagnetico emesso dall'antenna del reader;
- **tag semi-attivi:** incorporano una batteria il cui compito è alimentare solamente il microprocessore, non il modulo di ricettazione del segnale;
- **tag attivi:** possiedono una sorgente di alimentazione propria e sono dotati di un trasmettitore proprio a bordo, dunque sono in grado di trasmettere il segnale anche se non sono interrogati dal reader (le altre due tipologie di tag invece funzionano solo quando sono immerse nel campo di interrogazione del lettore).

In generale i tag supportano procedure di anticollisione, quindi due o più tag, pur trovandosi nella zona di interrogazione del lettore nello stesso tempo, non interferiscono l'uno con l'altro ed ognuno di essi può essere indirizzato selettivamente dal lettore.

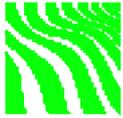
Oltre al concetto di identificazione, le tecnologie di radiofrequenza supportano anche quello di "localizzazione" dei singoli oggetti.

Le tecnologie attualmente disponibili per abilitare i processi di identificazione e/o localizzazione sono: GPS, Wi-Fi⁹, ZigBee¹⁰, Ultra Wide Band¹¹ ed RFID.

⁹ www.wi-fi.org – WI-FI Alliance

¹⁰ www.zigbee.org – Zigbee Alliance

¹¹ www.uwbforum.org – Ultra Wide Band Forum



Ogni tecnologia ha caratteristiche peculiari per quanto concerne le caratteristiche di costo, accuratezza e copertura del sistema di localizzazione e quindi occorre conoscerla perfettamente per calarla nelle esigenze specifiche.

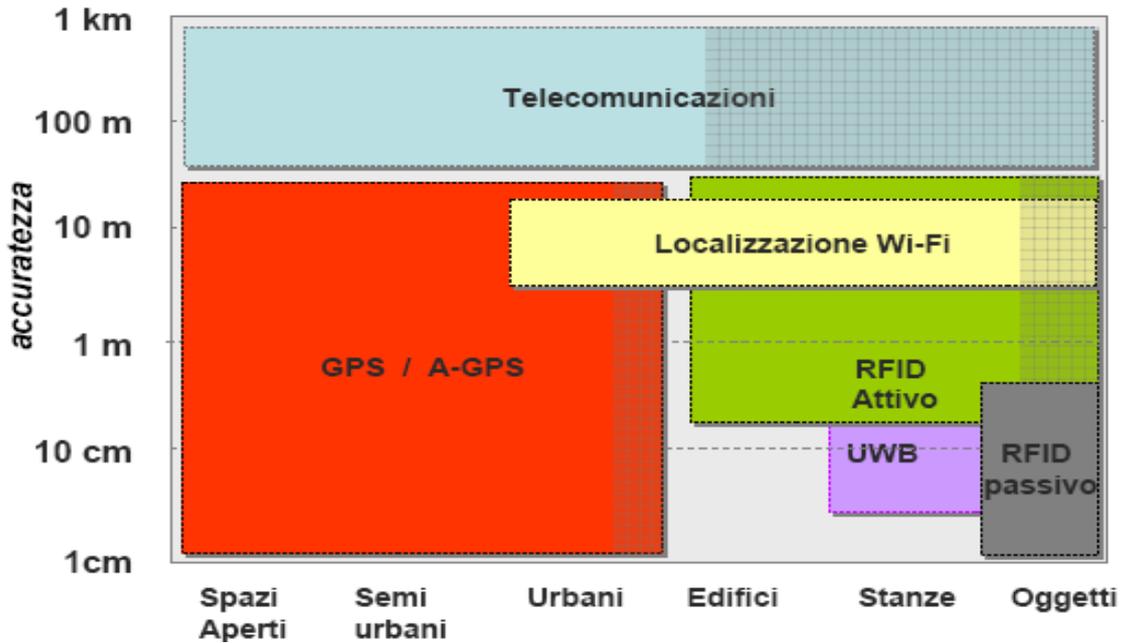


Figura 3: tecnologie a confronto

Come si può evincere chiaramente dalla Figura precedente, che riassume le caratteristiche in termini di accuratezza nella localizzazione delle varie tecnologie, ad una maggiore copertura del segnale corrisponde una sempre minore precisione della localizzazione.

Modelli di funzionamento, precisione, consumo energetico e costo d'implementazione rendono una tecnologia più o meno adatta all'applicazione in un dato ambiente. In molti casi, soprattutto in ambienti con esigenze eterogenee si può ricorrere all'integrazione tra più tecnologie. Questo è reso possibile dall'utilizzo di middleware¹², software che consentono di utilizzare tecnologie diverse ma di gestirle con un'unica piattaforma.

Di seguito verranno messi a confronto i diversi sistemi:

¹² Il termine middleware è una caratterizzazione generica per tutti quei programmi che fanno da collante tra altri programmi e tecnologie diverse, facendo in modo che le varie applicazioni possano comunicare.



Sistema di localizzazione	Oggetto identificato	Modalità di funzionamento	Copertura	Accuratezza	Vantaggi	Limiti
GPS	Ricevitore GPS	Costellazione di 24 satelliti trasmittenti da cui il tag calcola le coordinate <x,y,z>	Esterno	Da 1 a 20 m	Alta diffusione	Consumo della batteria, solo outdoor
Telefonia	Telefoni mobili o Sim Tag	Triangolazione tra celle (BTS) di operatori telefonici	Interno/esterno, Copertura di rete	Da 20 a 200 m in città	Diffusione dei telefoni cellulari	Dati non rilasciati dai gestori
Wi-Fi	Pc Wi-Fi, Tag Wi-Fi	Triangolazione tra 3 (o più) Access Point	Zone di copertura AP Wi-Fi	Da 3 a 15 m	Integrazione posizione + trasmissione dati	Sensibile a disturbi e riflessioni
RFId passivo (Presenza)	Tag passivi HF/UHF	Un tag trasmette il suo ID quando entra nel campo di emissione di un'antenna	In presenza di antenna/reader RFId	Da 1 cm fino a 10 m dal ricevitore	Basso costo dei tag	Localizzazione solo il prossimità del ricevitore
RFId passivo (Localizzazione)	Tag passivi UHF	Un tag trasmette il suo ID quando entra nel campo di emissione di sistema di attivazione	In presenza di un sistema di attivazione	Da 1 cm fino a 200 m dal sistema ricevente	Basso costo dei tag	Alto costo del sistema di attivazione / ricevente
RFId attivo	Tag attivi RF	Il tag emette in continuo il suo ID e viene localizzato dal ricevitore nel suo campo	Zona di ricezione dei ricevitori	Da 1 cm fino a 100 m dal ricevitore	Robustezza segnale	Bassa precisione, alto costo del tag
UWB	Tag attivi UWB	Il tag emette in continuo: almeno 3 ricevitori misurano la differenza di tempo	Zona di copertura di 3/4 ricevitori	Da 10 cm fino a 50 cm	Resistenza alle riflessioni (multipath)	Normativa EU definita
ZigBee	Tag attivi ZigBee	Triangolazione reciproca tra Tag (rete mesh) con almeno 4 tag in posizione nota	Zone dove almeno 4 tag in posizione fissa possono vedere tag mobili	Da 50 cm a 1 m	Semplicità, estensibilità	Affinare velocità trasmissione e meshing

Tabella 1: confronto fra i diversi sistemi di localizzazione di oggetti

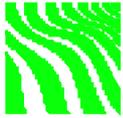
3.4 Criteri di selezione di un sistema RFId

I criteri di scelta di un sistema RFId si basano su alcune caratteristiche fisiche del tag.

All'aumentare della frequenza inoltre, aumenta ad esempio la quantità di informazione trasferibile nell'unità di tempo, quindi cresce il numero di tag che si possono leggere, come pure cresce la velocità con cui un tag può entrare ed uscire dal campo del reader ed infine aumenta anche la distanza di lettura, poiché, come detto, si passa da sistemi ad accoppiamento magnetico a sistemi ad accoppiamento elettrico.

Il grado di sicurezza della propria applicazione impone severe riflessioni: tecnologie UHF in backscattering sono implicitamente meno sicure perché permettono letture a distanza, quindi di solito involontarie; sistemi LF o UHF necessitano una prossimità di lettura tale da richiedere invece la volontarietà dell'utente per tale operazione. Si tratta però di indicazioni valide per tag passivi; ad esempio, la tecnologia NFC, con la quale si effettuano anche micro pagamenti, ha un'elevata esigenza di sicurezza ma lavora a 2,45 GHz; il tag in questo caso è però semiattivo e risponde con una potenza bassissima tale da garantire la sola lettura in prossimità. Oltretutto la sicurezza è fornita da tecniche di crittografia interne al chip che è quindi molto più complesso di quelli che si trovano su normali tag passivi.

Di solito crittografare o codificare i dati implica un necessario aumento della mole di informazione da trasferire da tag a reader, con un aumento dei tempi di lettura/scrittura; per questo motivo, in questi casi, si usano sistemi a microonde che garantiscano elevati bit rate. È importante considerare i campi di interferenza elettromagnetica, generati ad esempio dai macchinari industriali. In tali casi conviene utilizzare sistemi a microonde, meno sensibili a questo genere di disturbi tipicamente a bassa frequenza.



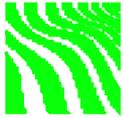
AGRICONSULTING S.p.A.



Alcune applicazioni dei sistemi RFID impongono particolari requisiti di sicurezza, quali identificazione e crittografia dei dati. Nel caso in cui l'accesso al sistema sia limitato a pochi elementi la probabilità di falsificazione dei dati è molto bassa quindi si può utilizzare un sistema di sicurezza low-end.

Nel caso in cui l'accesso al sistema sia disponibile ad una vasta platea, come nel caso dei biglietti per il trasporto pubblico, la probabilità di falsificazione è molto elevata dunque è necessario utilizzare tag high-end con procedure di identificazione e crittografia dei dati.¹³

¹³ Un primo strumento per garantire sicurezza e privacy è quello di ridurre le distanze di lettura, così da imporre una volontarietà dell'utente nelle operazioni di lettura/scrittura (si pensi al ticketing, ma anche a sistemi di ultima generazione come l'NFC e il mondo dei micro pagamenti).



4 I fattori e le prestazioni di un sistema RFId

In qualsiasi attività o processo operativo in cui si interviene per progettare una determinata "situazione di lettura" (identificazione di un collo su una linea produttiva, identificazione di una cella di stoccaggio in un magazzino, ecc....) è infatti possibile individuare un ampio set di variabili (non solo tecnologiche) la cui regolazione ed interazione è determinante ai fini della massimizzazione delle prestazioni complessive del sistema RFId.



Il complessivo dei fattori può essere aggregato in quattro categorie di seguito descritte.¹⁴

4.1 I fattori tecnologici

Sono relativi alla caratteristiche e alle performance dell'infrastruttura *hardware* e *software* considerata per la progettazione del sistema RFId quali:

a) tag

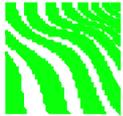
- forma, dimensioni e materiale del "circuito" (antenna del tag)
- materiale del guscio protettivo (es. tag per metallo)
- sensibilità all'interferenza (es. grado di vicinanza tra tag/sovrapposibilità)
- *sensitivity* (minima energia necessaria al tag per identificare il segnale del reader, processare i dati e inviare una risposta)



b) reader

- livello della potenza emessa
- modalità di controllo delle antenne in trasmissione/ricezione
- *sensitivity* alla ricezione del segnale (*sensitivity*)
- performance algoritmo di anticollisione (*singulation*)

¹⁴ Si invita a visionare i report presenti sul sito Indicod : <http://indicod-ecr.it/prodottiservizi/gsl-epcglobal/epc-lab-i-report/>

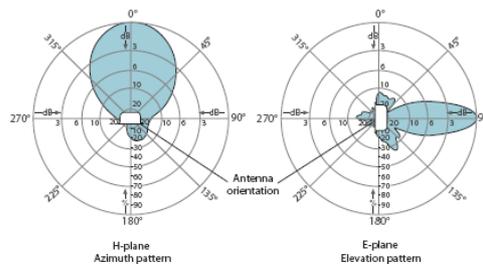


AGRICONSULTING S.p.A.



c) antenne

- tipo di polarizzazione (es. lineare, circolare)
- guadagno ("amplificazione del segnale irradiato")
- diagramma di irradiazione ("angolo di irradiazione nello spazio")



d) cavi

- lunghezza e perdita lineare ("valore di attenuazione del segnale")
- perdite dovute a giunzioni, connettori ed adattatori

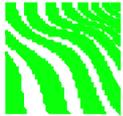


e) canale di comunicazione

- tasso d'errore nella comunicazione tag-antenna (antenna collegata al reader)

4.2 I fattori di prodotto

Sono relativi alle caratteristiche dell'oggetto da identificare sul quale viene applicato il tag e che possono modificare notevolmente le performance di lettura del sistema progettato:



a) imballo primario

- merceologia: caratteristiche chimico-fisiche intrinseche al prodotto contenuto nella singola unità consumatore (es. liquido¹⁵, secco, denso, elettricamente reattivo¹⁶)
- packaging: caratteristiche chimico-fisiche della struttura dell'imballo in termini di materiale costituente (es. plastica, barattolo metallico), di superficie (es. corrugata, liscia), di forma (es. regolare, curvilinea) e dimensione

b) imballo secondario (o multiplo)

- packaging: caratteristiche chimico-fisiche della struttura dell'imballo in termini di materiale costituente (es. cartone, fardello in plastica), di superficie (es. corrugata, liscia), di forma (es. regolare, curvilinea) e dimensione
- modalità di allestimento: numerosità degli imballi primari (es. coincidenza con l'unità consumatore, fardello multiplo), disposizione, orientamento, stabilità, volume occupato (determina la distanza dalle superficie interne di un collo)

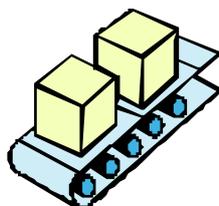
c) imballo terziario (o per il trasporto)

- tipologia di asset: caratteristiche chimico-fisiche (es. bancale di legno, roll metallico, cassetta in plastica), superficie (es. densità maglia metallica), forma (es. regolare, chiusa), dimensioni
- packaging: caratteristiche chimico-fisiche dell'avvolgimento (es. film plastico) e degli imballi secondari
- modalità di allestimento: numerosità di asset (es. pallet multistrato), numerosità di imballi secondari, disposizione, orientamento, stabilità.

4.3 I fattori di processo

Sono relativi alle caratteristiche di funzionamento del processo considerato e all'interazione con le scelte tecnologiche:

- a) tipo di processo (es. tracciabilità produzione, controllo spedizioni)



¹⁵ Trattandosi di tecnologia UHF passiva i tag risentono particolarmente della presenza di liquidi ad alto contenuto d'acqua poiché assorbe e disturba il segnale RF (per maggiori dettagli si rimanda alla parte II – La tecnologia RFID in standard EPC).

¹⁶ Ci si riferisce a sostanze chimiche ionizzabili (es. detersivo, acqua distillata, ecc.).



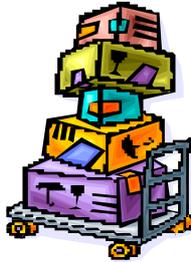
AGRICONSULTING S.p.A.



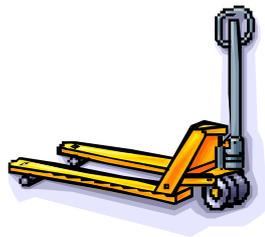
- b) modalità di identificazione (es. manuale, veicolare, in traslazione, in rotazione)
- c)



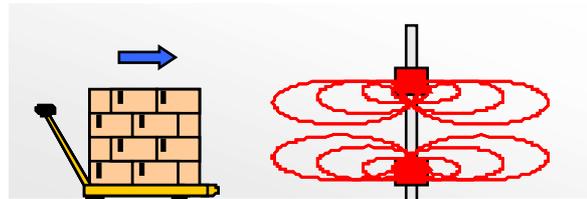
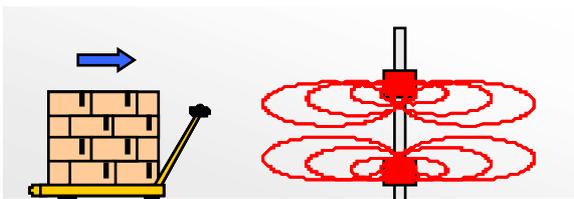
- d) tipologia di identificazione (es. singolo oggetto o insieme di oggetti)

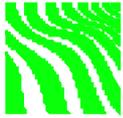


- e) mezzo di trasporto (es. persona, forma e tipo di veicolo)



- f) velocità, verso (es. prima massa prodotto e poi massa veicolo) e direzione dell'avanzamento (es. tag verso antenna, antenna verso tag)





AGRICONSULTING S.p.A.



g) grado di automazione del processo e di rispetto delle procedure (es. carrellista, linea automatizzata)



4.4 I fattori di contesto

Sono relativi alle caratteristiche dell'ambiente in cui viene progettato il sistema RFID:

- entità dei fenomeni di disturbo dovuti all'interazione con l'ambiente fisico circostante o altri oggetti immobili (es. muri, superfici metalliche, macchinari)
- entità dei fenomeni di disturbo dovuti all'interazione con altri oggetti mobili (es. superfici e forche metalliche di un carrello trasportatore, presenza di altri tag in prossimità del punto di lettura)
- entità dei fenomeni di disturbo dovuti alla presenza di altri apparati RFID o altri dispositivi elettronici emittenti alla stessa frequenza¹⁷



Leggendo l'elenco dei diversi fattori ci si può rendere conto facilmente della complessità in gioco e quindi della necessità di comprendere bene il valore di ciascun fattore caso per caso. Si può fare riferimento al seguente diagramma causa-effetto per una visione complessiva:

¹⁷ Le frequenze tipiche di funzionamento nella banda UHF non sono le medesime a livello internazionale: ad esempio 865,6-867,6 MHz in Europa, 902-928 MHz in USA, 960 MHz in Giappone.

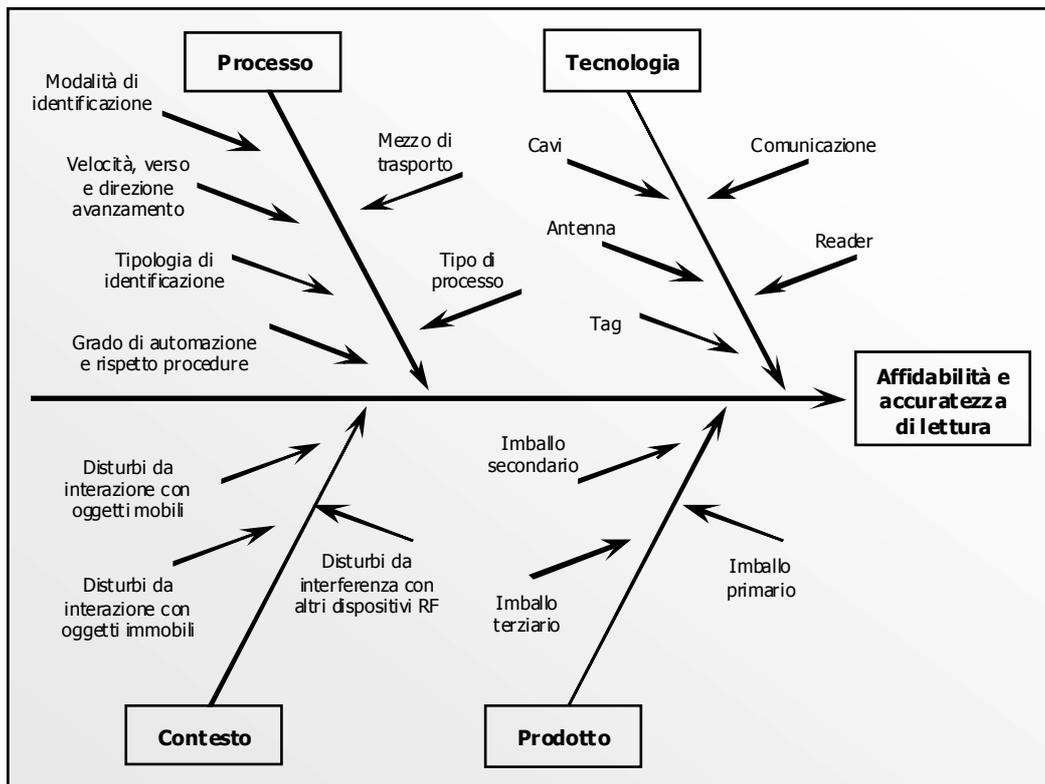


Figura 4: diagramma causa-effetto del complessivo dei fattori

E' importante sottolineare come la combinazione opportuna di questi fattori non determini solo il livello delle performance del sistema RFID, ma anche il grado di affidabilità delle stesse (es. un ambiente ricco di superfici metalliche può causare instabilità nei risultati di lettura dei tag), l'entità dell'investimento in tecnologia, l'impatto sul processo e quindi sull'organizzazione delle attività.

Chiaramente più la situazione reale di partenza evidenzia rigidità nei diversi fattori (es. difficoltà a cambiare alcune procedure nel lavoro) tanto maggiori saranno anche i costi di cambiamento da sostenere per realizzare una soluzione il più possibile aderente agli obiettivi da raggiungere.

4.5 Come si misurano le performance di lettura?

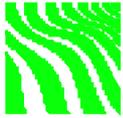
Un sistema RFID permette di identificare un tag applicato ad un oggetto numerose volte in un intervallo di tempo dipendente dagli istanti di ingresso/uscita dell'oggetto nel/dal campo elettromagnetico generato dalle antenne. Al crescere della frequenza di lettura (a parità di tempo) aumenterà l'affidabilità dell'identificazione e quindi la bontà della soluzione complessiva disegnata: la variabile di risposta che ci fornisce queste informazioni è definita *read rate* (o *tasso di lettura*).

Riferiamoci ad esempio al caso riportato nei due grafici seguenti in cui trattiamo la lettura di un insieme di colli (circa 80), disposti su strati omogenei di un pallet monoarticolato in rotazione.

A partire dal *read rate* relativo a ciascun tag¹⁸ è stato possibile sia sapere se tutti i colli risultano leggibili e quante volte, sia comprendere se la configurazione del sistema di lettura è sufficientemente efficace (tipo di antenne, numerosità, posizione e inclinazione, potenza, ecc.).

Nel caso specifico, analizzando il *read rate* di ciascuno strato (valore medio dei *read rate* di tutti i colli appartenenti a uno strato) si può osservare come la distribuzione delle letture tra i vari strati adottando la configu-

¹⁸ In questo esempio il *read rate* è misurato su una rotazione di circa 15 secondi.



razione A non sia uniforme, specie avvicinandosi agli strati più bassi del pallet. Passando invece alla configurazione B, migliorata in termini di posizionamento e inclinazione delle antenne, le letture tra i vari strati vengono meglio bilanciate determinando quindi una ulteriore riduzione della già bassa variabilità del dato (che da 0,3 passa a 0,1). Tra le due configurazioni è da privilegiare pertanto la configurazione B.

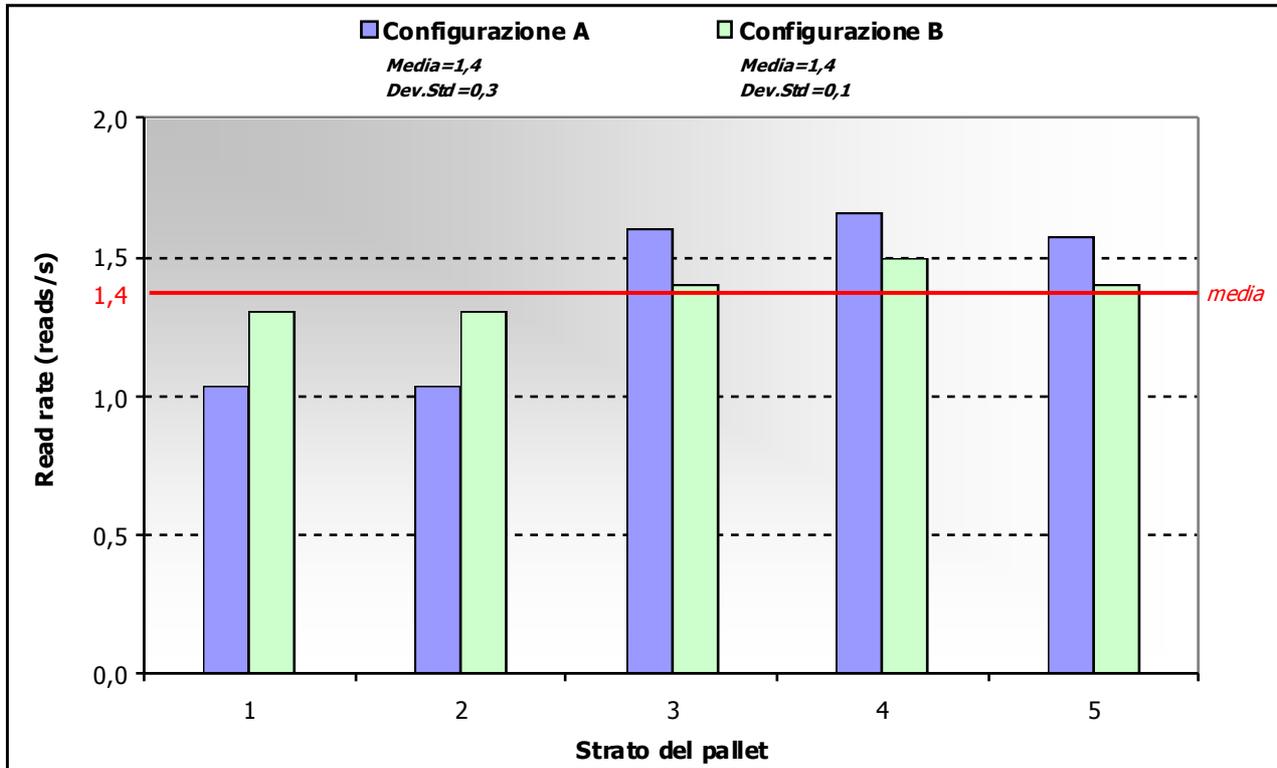
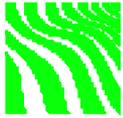


Figura 5: esempio di analisi di read rate a supporto di scelte progettuali

Vi sono tuttavia molte altre informazioni che si possono ricavare a partire dalla misura di una sola variabile quale il tasso di lettura. Elenchiamone alcune:

1. *stabilità della lettura*: capire quanto una soluzione proposta (sia essa puramente tecnologica o contempli anche modifiche al processo) garantisca una lettura dei prodotti affidabile nel tempo (media e varianza del read rate soddisfacenti)
2. *trade-off tempo/performance*: individuare, tra diverse soluzioni tecnologiche RFID quelle che maggiormente rispondono alle esigenze di processo (o viceversa)
3. *delta produttività tra tecnologie*: valutare l'aumento di efficienza determinato dall'utilizzo di tecnologia RFID rispetto ad altre tecnologie tradizionali di identificazione
4. *impatto del contesto*: capire quanto le minori performance della configurazione del sistema di lettura siano riconducibili alle "interferenze" generate dal contesto (per esempio da altri sistemi RFID accesi, altri pallet o prodotti taggati posti in prossimità piuttosto che da altri fattori)



Esempio di trade-off tempo/performance

Pensiamo ad una tipica situazione operativa in cui il tempo a disposizione per identificare tutti i tag presenti in un pallet in transito sotto un portale RFID non sia sufficiente, a causa di una troppa elevata velocità di traslazione. Partiamo dalla seguente rappresentazione per visualizzare come il campo elettromagnetico si estenda su uno spazio che non è di fatto solo frontale alle antenne. Ciò determina che i tag inizieranno ad essere investiti dal campo qualche metro prima di raggiungere le antenne. Da quell'istante essi dovranno necessariamente rispondere al lettore in un tempo inferiore al tempo impiegato per attraversare tutto il campo e ciò, come è intuibile, dipende dal valore di velocità scelto.

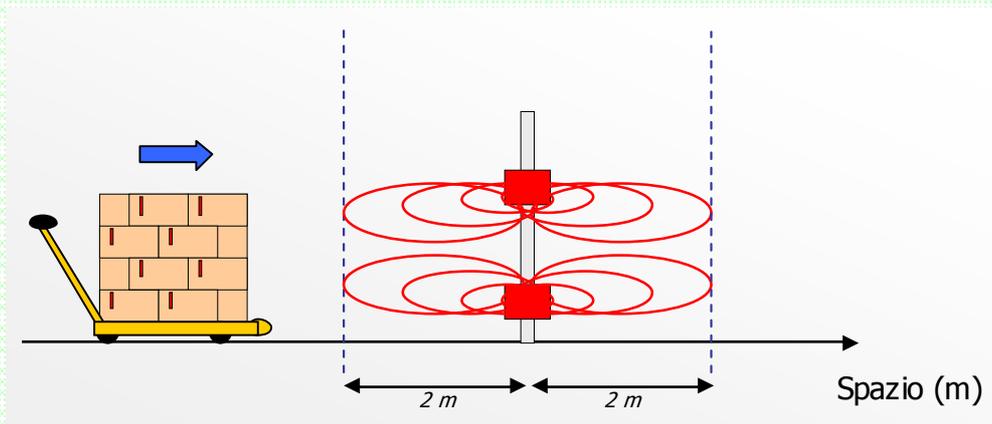


Figura A

Nei grafici successivi (Figure B e C) è possibile notare come, in corrispondenza di due differenti valori di velocità (negli esempi si considera una velocità pari a 3 km/h ed una pari a 5 km/h) il tempo di permanenza dei tag nel campo elettromagnetico cambi (negli esempi è pari a 5 secondi in corrispondenza di 3 Km/h, pari a 2,9 secondi in corrispondenza di 5 km/h) determinando, per il valore di velocità più alto, una riduzione dell'accuratezza di lettura (che da 100% si riduce a 80%).

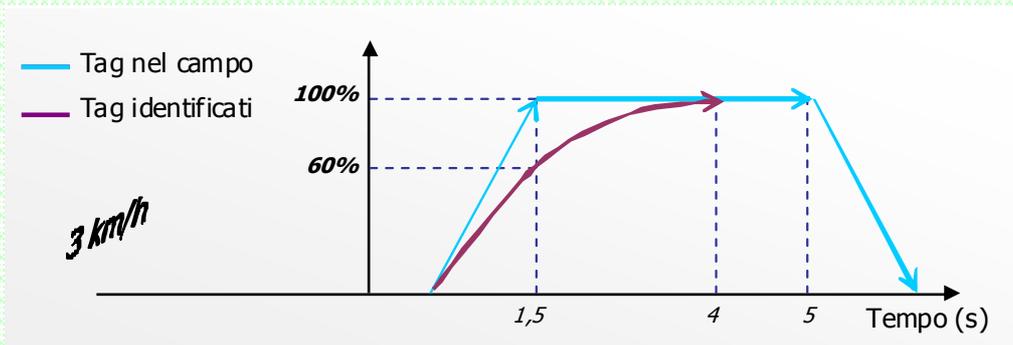


Figura B

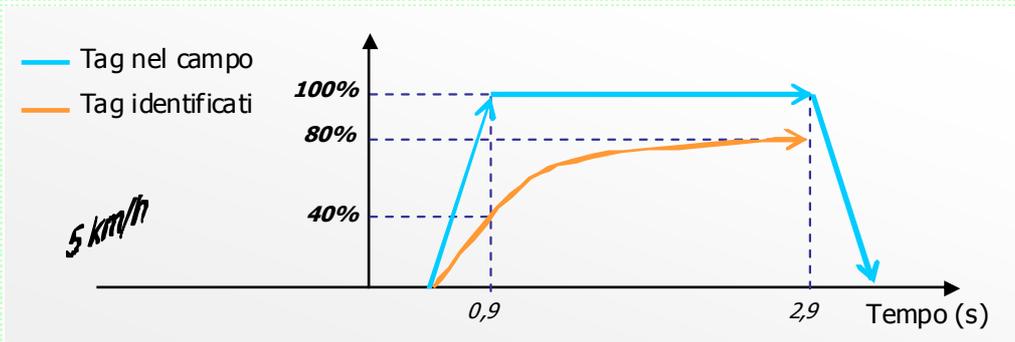
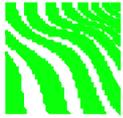


Figura C

Dal grafico con velocità più bassa (Figura B) si evince inoltre come il tempo richiesto dal reader per identificare tutti i tag (di circa 4 secondi) sia più che sufficiente per garantire l'affidabilità di lettura richiesta. Cosa non più vera nel caso veloce.

Dobbiamo quindi intervenire sulla soluzione tecnologica o sul processo? Dipende, la risposta può essere diversa da caso a caso. Sicuramente questo risultato non implica che la soluzione tecnologica in sé sia inadeguata. Potrebbe verificarsi il caso, infatti, che il superamento delle criticità riscontrate si raggiunga con un intervento sul processo, se possibile (ad esempio ponendo semplicemente un limite alla velocità massima consentita all'operatore o delle procedure da rispettare), e a bassissimo costo.

Box 2: esempio di trade-off tempo/performance



5 Esiste una modalità ottimale per identificare gli oggetti?

Non esiste una posizione del tag "ottima" in assoluto, ma "giusta" in relazione alle caratteristiche dei fattori considerati, siano essi tecnologici, di prodotto, di processo o contestuali: ad esempio una posizione particolarmente favorevole per l'identificazione di un collo lungo una linea produttiva o in un'attività di picking potrebbe addirittura determinare scarsi risultati a livello pallet.

Qui di seguito si farà riferimento al collo, ma i medesimi concetti sono stati applicati sia alla botte che alla bottiglia.

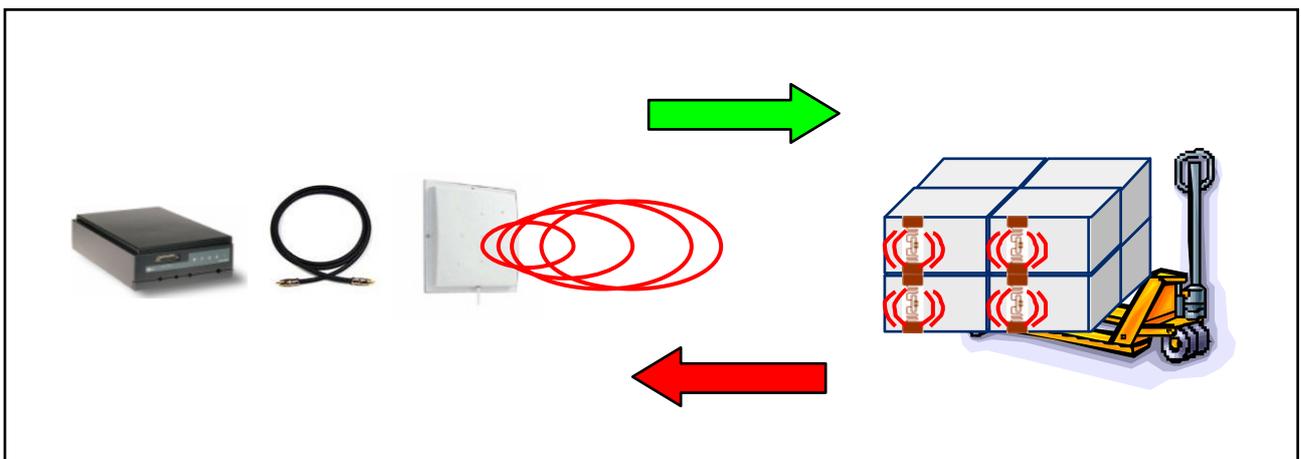
5.1 La scelta del tag

I fattori di prodotto incidono fortemente sull'energia incidente, cioè sulla quantità di energia disponibile al tag per attivare il chip e gli altri sistemi interni di analisi, elaborazione e trasmissione del segnale.

Come è noto, i principali effetti di prodotto sui tag sono di assorbimento, di riflessione e di detuning. Al ridursi dell'energia disponibile al tag diminuiscono le capacità di risposta, fino ad annullarsi completamente qualora l'energia non raggiunga il livello minimo necessario (*sensitivity*).

Ciò è confermato dai test di lettura condotti sui tag in aria libera: l'assenza di prodotti e di altri fattori disturbanti nell'ambiente determinano prestazioni di lettura molto elevate, oltre che simili, per la maggior parte dei modelli.

Per comprendere meglio quanto siano consistenti le perdite di potenza nelle diverse fasi della comunicazione tag-antenna (e quindi perché è necessario emettere una potenza di 2W per alimentare un tag passivo), ci riferiamo alle figure seguenti. In particolare il grafico descrive congiuntamente sia l'andamento decrescente della potenza disponibile (linea viola), sia le perdite di potenza in termini percentuali in ciascuna fase rispetto alla potenza ancora disponibile (barre verticali).



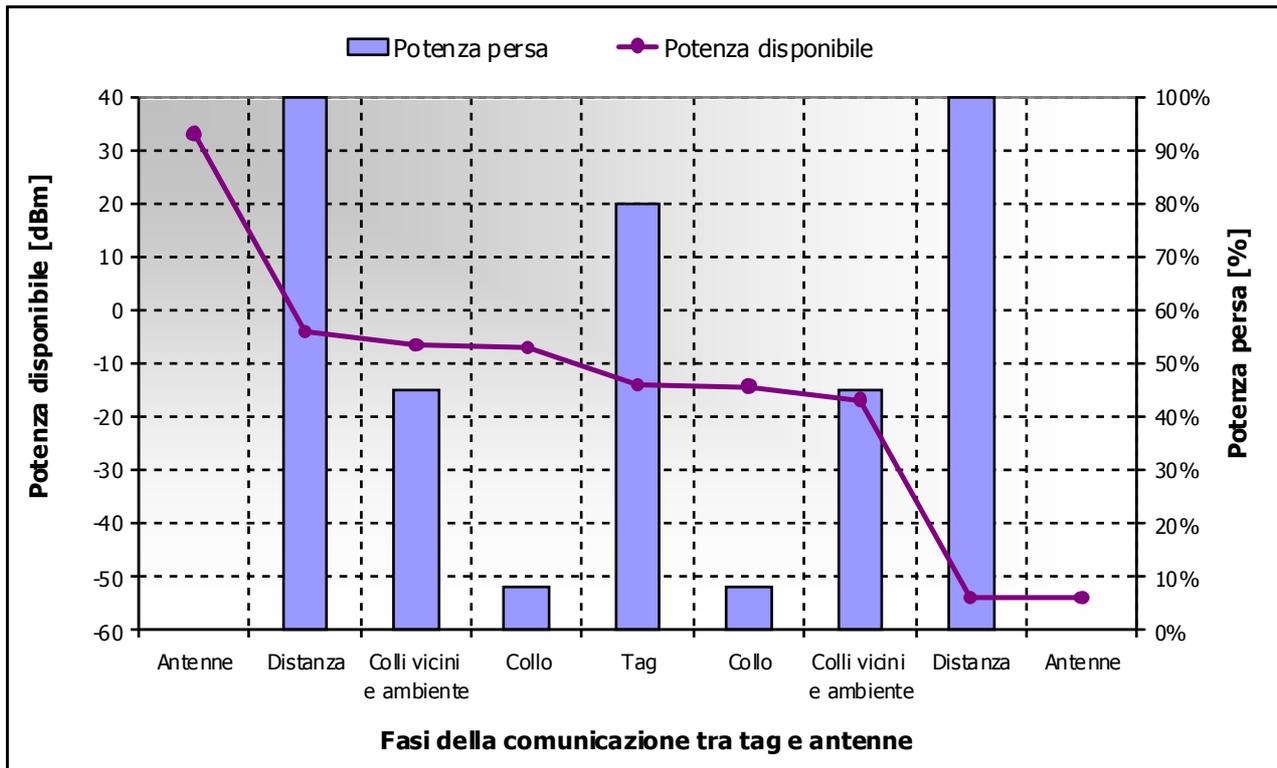
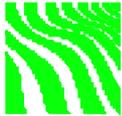


Figura 6: dinamica di perdita di potenza nel processo di trasmissione-ricezione

In questo specifico esempio, che si riferisce ad alcune misure condotte su un pallet composto da un centinaio di colli di prodotto liquido particolarmente denso, della potenza emessa ($2W = 33 \text{ dBm}$) in partenza, soltanto lo $0,00000005\%$ ($1 \text{ nW}^{19} = -60 \text{ dBm}$) arriva all'antenna ricevente.

Se quindi in termini assoluti la perdita di potenza è sostanzialmente imputabile al fattore distanza, in termini relativi sono invece la massa di prodotto e di tag dipolo ad incidere maggiormente.

È evidente quindi l'importanza di individuare un tag, tra quelli disponibili nel mercato, che non sia solo il meno costoso possibile, ma al contempo:

- adeguato allo specifico prodotto da identificare per risentire meno degli effetti disturbanti
- "efficiente" in termini di energia impiegata per il funzionamento
- "efficace" in termini di energia captata dal campo elettromagnetico

Tipicamente tag dipolo sono sufficienti per essere identificati su singoli colli di quasi la totalità delle merceologie, diversamente per contesti più complessi, è necessario puntare a tag "omnidirezionali".

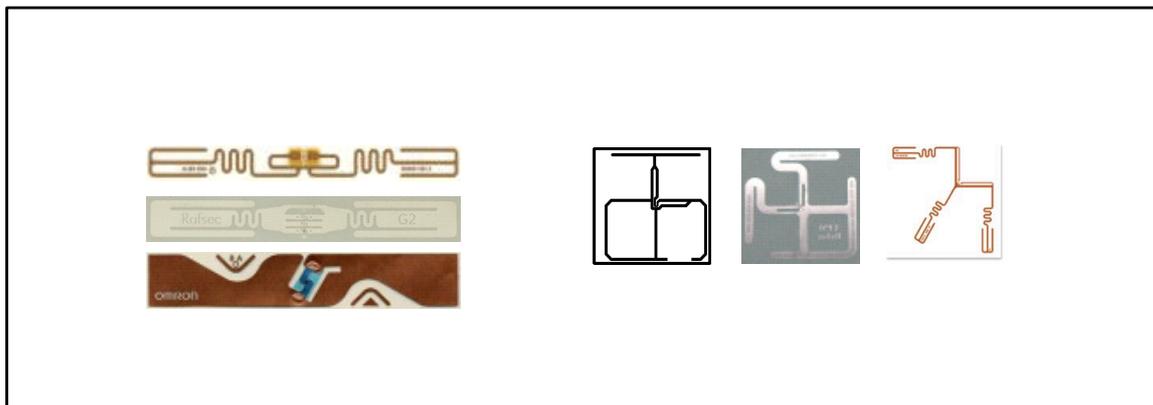


Figura 7: esempi di tag "dipolo" e tag "omnidirezionali"

¹⁹ 1 Nanowatt, cioè 1 milionesimo di watt.



5.2 La scelta della posizione del tag

Dopo aver compreso quali sono i tag più idonei e le potenzialità di ciascuno, l'obiettivo successivo sarà quello di individuare, date le specifiche caratteristiche dell'imballo da "taggare" la posizione sul collo più adatta per ogni tag. Questa fase è particolarmente importante, oltre che per garantire una maggiore affidabilità di lettura del singolo collo, anche per individuare potenziali accorgimenti di prodotto, tecnologici o di processo da adottare lungo la supply chain. Solo comprendendo quali sono le potenziali problematiche è possibile infatti proporre delle soluzioni efficaci.

Sono molti i criteri (principalmente di prodotto) che possono influenzare la scelta di posizionamento del tag. Di seguito riportiamo i più importanti:

- le caratteristiche chimico-fisiche del punto di applicazione (ad esempio una superficie di metallo rispetto ad una di plastica, una superficie irregolare rispetto ad una liscia, ecc.) e l'eventuale distanza relativa tag-superficie
- le dimensioni del tag rispetto a quelle della superficie disponibile
- la forma del tag rispetto a quello del collo sulla zona di applicazione (il tag deve aderire bene)
- la distanza relativa tra la superficie del collo e il packaging/contenuto dell'imballo di livello inferiore
- la necessità di proteggere il tag da urti, asportazioni, condizioni ambientali ostili

Prima di approfondire le diverse tematiche è necessario definire bene cosa si intenda con posizione del tag sul collo. Essa deve essere infatti definita in modo univoco non solo per quanto riguarda il punto di applicazione, ma anche in termini di orientamento rispetto al collo nel punto scelto, cioè la rotazione del tag rispetto a un asse principale di riferimento, che per semplicità può essere o l'asse orizzontale X di avanzamento del pallet o l'asse verticale.

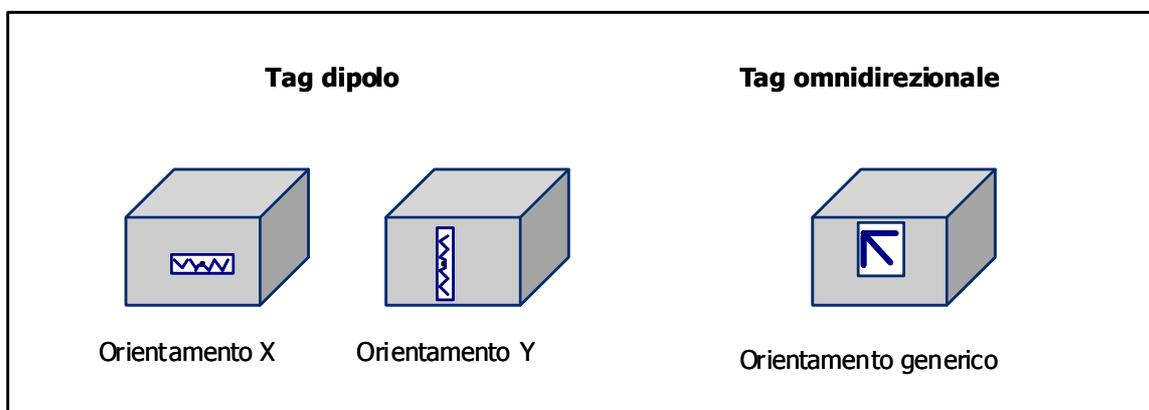
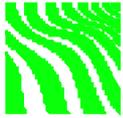


Figura 8: esempi di orientamento del tag sul collo

Questa distinzione viene meno quando si utilizzano tag omnidirezionali, le cui prestazioni risultano essere molto meno sensibili all'orientamento.

Per quanto riguarda invece altri aspetti quali la dimensione del tag e dell'imballo i principali problemi sono riconducibili a colli particolarmente piccoli in relazione alle dimensioni dei tag. In questi casi infatti è difficile determinare tante posizioni particolarmente diverse in termini di *read rate* dal momento che la quasi totalità dei punti di applicazione offre condizioni locali molto simili tra loro.

Questa condizione è ovviamente superabile per l'identificazione del collo (a meno di casi specifici in cui la disposizione interna degli imballi di tipo primario contenenti liquidi o metalli determini una particolare influenza anche sul tag posto in prossimità); può essere invece meno praticabile a livello pallet qualora, a causa dell'elevata densità di prodotto, si verifichi una maggiore schermatura del prodotto sui tag più interni, anche qualora si adottassero tag omnidirezionali. Un tag omnidirezionale (come si vede sul collo a destra



AGRICONSULTING S.p.A.



nell'immagine seguente) talvolta può coprire interamente qualche lato del collo consentendo, su specifiche superfici, l'individuazione di pochissimi punti di applicazione alternativi. Nel mercato esistono anche tag UHF molto più piccoli i quali, se da un lato permettono un'applicazione più mirata, dall'altro possono presentare una minor distanza di lettura dovuta, appunto, alla ridotta superficie dell'antenna.



Figura 9: influenza delle dimensioni del tag/ collo sulla scelta del punto di applicazione

5.3 Distanza relativa dai materiali RF hostile

Come abbiamo visto nei precedenti paragrafi l'applicazione dei tag agli oggetti senza nessuna modifica di prodotto può determinare talvolta una serie di problematiche relative ai disturbi elettromagnetici che alcuni materiali, siano essi contenuti all'interno delle unità di vendita, nella struttura degli imballi o anche nel packaging, possono generare nei confronti della qualità della comunicazione tra il tag e le antenne.

A titolo esplicativo, i prodotti possono essere raggruppati in tre categorie:

- RFID-friendly
- RFID-medium
- RFID-hostile

Generalmente vengono chiamati RFID-friendly tutti quei prodotti che, sia per le caratteristiche dell'imballo primario (merceologia, packaging) sia per quelle del secondario (packaging, modalità di allestimento), non generano particolari disturbi al tag applicato sul collo consentendo quindi identificazioni affidabili nella maggior parte dei processi operativi della filiera, siano esse di tipo massivo o relative al singolo collo. Tipicamente ci riferiamo ad imballi di cartone o di plastica così come a merceologie "secche", cioè a scarso o nullo contenuto d'acqua che nei fatti si comportano come elementi "neutri" al campo elettromagnetico.

Con RFID-hostile si identificano invece tutti quei prodotti dalle caratteristiche particolarmente influenti sull'affidabilità/accuratezza dell'identificazione. Ci riferiamo pertanto a imballi costituiti da materiali ricchi di metallo e contenenti merceologie allo stato liquido.

Tipicamente determinano problemi di lettura sia a livello di singolo imballo sia a livello pallet a causa dell'effetto schermante sui tag vicini.

Infine con RFID-medium ci riferiamo, dato questo tipo di classificazione, ai prodotti dalle caratteristiche intermedie a quelle descritte precedentemente. Generalmente per questi prodotti non si può parlare di vere e proprie situazioni critiche, bensì di uno sbilanciamento tra caratteristiche; in alcuni casi cioè vi sono delle criticità predominanti, in altri invece le stesse diventano praticamente influenti.

Ovviamente l'aver individuato una posizione in cui il tag si trovi sufficientemente distanziato dalla confezione metallica o con presenza di liquido non significa completa affidabilità di lettura, soprattutto se da un'identificazione del singolo collo si passi ad un'identificazione massiva. È inoltre necessario verificare, nei diversi processi operativi, che i tassi di lettura siano sufficientemente alti e poco variabili nel tempo.



Lo stesso ragionamento, d'altra parte, è applicabile poi anche qualora si intenda posizionare il tag nella struttura del collo o sulla superficie interna di un lato. Talvolta, infatti, la scelta di "taggare" un collo con un'etichetta RFID può diventare poco sicura dato che si può verificare una facile asportazione o danneggiamento (necessità di protezione), sia essa volontaria o accidentale, lungo la filiera. Un'asportazione accidentale dell'etichetta RFID si può verificare principalmente per motivi meccanici connessi ad urti, scarsa adesione alla superficie o fenomeni di strisciamento tra colli, oppure per cause di tipo chimico-fisico legate all'insufficiente potere adesivo della colla dell'etichetta oppure all'interazione con dei liquidi, i quali si possono presentare sia sotto forma di condensa che di acqua (pensiamo a contesti ambientali di pioggia, nebbia o anche a situazioni chiuse come i magazzini refrigerati). La reazione chimica delle particelle d'acqua con la colla dell'etichetta così come il bagnarsi del cartoncino che supporta il tag sono solo alcune delle potenziali cause di asportazione, oltre che di riduzione delle performance di identificazione dei tag.

5.4 La variabile orientamento nel processo

L'orientamento di un collo rispetto alla direzione di avanzamento e quindi alle antenne del sistema di lettura è un elemento da tenere in considerazione in moltissime situazioni operative sia per l'identificazione di un singolo imballo (pensiamo ad un contesto produttivo) sia per l'identificazione di una loro molteplicità (pensiamo ad un pallet).

Il principio di fondo che ricorre in tutte queste situazioni è la necessità di orientare il più possibile la superficie del collo con il tag applicato verso la sorgente del campo elettromagnetico, quindi le antenne. Sintetizzando i concetti ciò significa (si veda l'immagine seguente) che il tag, a parità di distanza dall'antenna collegata al reader, riceve il massimo dell'energia quando è parallelo ad essa (direzione 1) e minima quando risulta perpendicolare (direzione 2). È evidente, quindi, come a seconda del processo considerato, piuttosto che della modalità di allestimento del pallet o della configurazione delle antenne anche la scelta dell'orientamento del collo possa incidere sull'accuratezza e sull'affidabilità di lettura (effetto misurabile con una variazione del read rate).

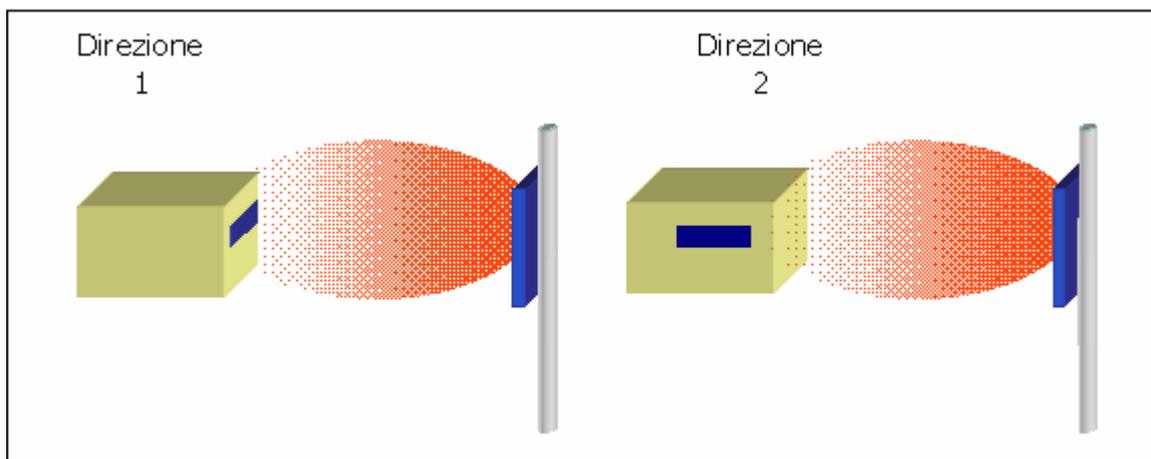


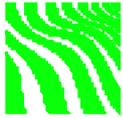
Figura 10: orientamento del collo rispetto al verso di avanzamento nel processo

Inoltre non dobbiamo dimenticare il ruolo giocato dal moto relativo dei colli rispetto alle antenne, sia esso in traslazione che in rotazione, nonché dall'effetto di prossimità/adiacenza degli altri tag e prodotti.

La condizione statica è molto più sfavorevole rispetto a quella dinamica, così come la traslazione rispetto alla rotazione. In condizioni statiche il tag risente maggiormente, infatti, degli effetti del materiale su cui è applicato così come dell'ambiente in cui si trova.

La rotazione è particolarmente favorevole per aumentare la *read rate*.

Durante la rotazione ogni tag permane molto più a lungo all'interno dello spazio in cui viene generato il campo elettromagnetico assumendo nel contempo un'infinità di angolature diverse. In questo modo, a parità di tempo di processo, il tag verrà riconosciuto un numero maggiore di volte. Per realizzare con la traslazione



la stessa numerosità di orientamenti possibili in rotazione sarebbero necessari moltissimi transiti con traiettorie una diversa dall'altra, cosa che non è sicuramente compatibile con le esigenze della realtà.

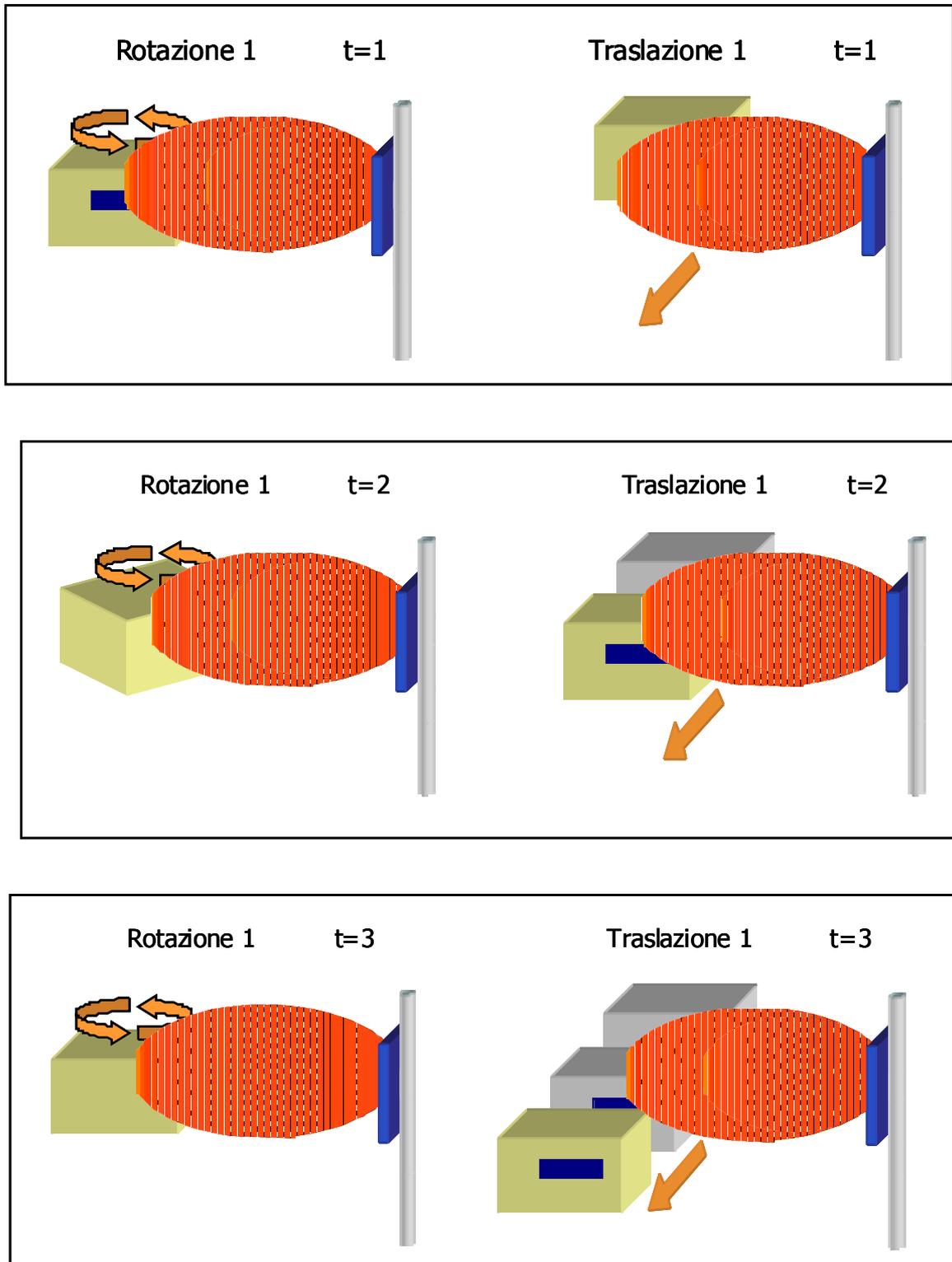


Figura 11: impatto del processo sulla numerosità di orientamenti possibili del tag



6 Lettura delle botti con tag passivi tramite varco

La tecnologia della radiofrequenza, abilita la possibilità dell'identificazione, del controllo e della tracciatura delle informazioni senza la necessità di contatto fisico o visivo. Le caratteristiche offerte dalla soluzione tecnologica possono abilitare scenari di maggiore efficienza, se paragonati all'esistente tecnologia barcode o all'esecuzione completamente manuale dei processi di identificazione e di tracciabilità, ed aggiungere scenari di utilizzo precedentemente non attuabili con il solo utilizzo delle etichette cartacee.

La valutazione della possibile implementazione della tecnologia RFID in standard EPC all'interno di una realtà manifatturiera o industriale non può prescindere da una preliminare sperimentazione della stessa sui prodotti interessati dall'utilizzo della tecnologia innovativa. A tal proposito, ai fini del presente progetto valutativo, i test effettuati nell'ambito dell'azienda vinicola hanno permesso di verificare l'efficacia della tecnologia RFID applicata ai principali componenti della filiera produttiva del vino.

Si è iniziato analizzando la taggatura delle botti, passando poi per la taggatura delle singole bottiglie e sul collo composto da 6 bottiglie, fino ad arrivare allo studio della taggatura del pallet intero e del muletto utilizzato per la sua movimentazione e quello delle botti.

Tutte le prove sperimentali sono state condotte presso l'EPC Lab di Indicod-Ecr e presso le Cantine del Castello di Brolio dell'Azienda Barone Ricasoli dove sono stati utilizzati i lettori, le antenne e i tag di ultima generazione, cercando di trovare la migliore combinazione possibile per il caso in esame.

L'obiettivo principale di questo capitolo e dei successivi è quello di dare una valutazione orientativa relativa all'implementazione della tecnologia EPC/RFID all'interno delle strutture produttive (per la fase di invecchiamento in barriera e per il supporto alla logistica in uscita). Dal punto di vista della valutazione dei benefici operativi e non operativi ottenibili dall'implementazione della tecnologia RFID/EPC, le considerazioni apportate saranno volutamente generali per permettere a ciascuna azienda di identificare quelli sui quali poter eventualmente puntare al fine di approfondire la conoscenza della tecnologia e delle possibilità che esse abilita a livello aziendale ed interaziendale. Verrà invece svolta una più approfondita analisi relativa alla valutazione dei costi, di investimento e correnti, che ogni azienda sarà tenuta a sostenere per l'implementazione della tecnologia all'interno delle proprie strutture aziendali a seconda soprattutto delle grandezze dimensionali e ai processi svolti all'interno delle stesse strutture produttive e distributive. Si faccia in particolare riferimento al paragrafo 11.3.3 per l'approfondimento relativo agli investimenti e costi correnti relativi all'infrastruttura tecnologica RFID costituita da componenti base necessari che possono essere accorpati ed assemblati secondo le esigenze degli specifici progetti affrontati.

Si fa presente infine che i test sono stati condotti per sistemi di lettura fissi costituiti da varchi o applicati su muletto (forklift), ma rimane sempre possibile effettuare la lettura in modo "manuale" attraverso l'utilizzo di brandeggiabili (ad esempio un palomare affidato ad un operatore).

6.1 Test sulle botti

I test sulle botti sono stati effettuati al fine di valutare la lettura dei tag (passivi) al passaggio in un varco con reader utilizzante la banda di frequenze UHF. Ad ogni botte sono stati applicati diverse tipologie di tag e la loro movimentazione è stata resa possibile dall'utilizzo del muletto.

Le prove di laboratorio sono state fatte facendo variare:

- La tipologia dei tag;
- La tipologia di antenne e lettori nel varco;
- La disposizione delle antenne nel varco;
- Il punto di applicazione del tag;
- Il verso di passaggio all'interno del varco;



6.2 La tipologia dei tag

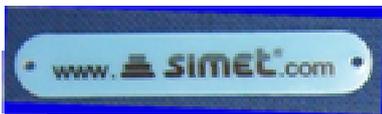
La scelta della tipologia di tag è ricaduta su una serie di tag di diversi produttori e di diversa forma. I tag utilizzati nelle prove sperimentali sono stati i seguenti 7:

Confidex Ironside



Cod.0000x con x=1,2,3,4

Simet Squiggle



Cod. 000x0 con x=1,2,3,4

Confidex Survivor



Cod. 00x00 con x=1,2,3,4

Omni-ID Flex



Cod. 0x000 con x=1,2,3,4

Omni-ID Max

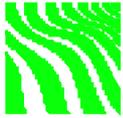


Cod. 0000x con x=A,B,C,D

Omni-ID Max Pro



Cod. 000xx con x=A,B,C,D



Impinji Propeller



Cod. 00xxx con x=A,B,C,D

La scelta dei tag è stata fatta in base alle loro caratteristiche di robustezza, in quanto le botti sono soggette a frequenti spostamenti e lavaggi. La scelta del tag è fondamentale per garantire delle buone prestazioni di lettura, soprattutto nella condizione più critica in cui le botti sono riempite con del liquido.

6.3 Tipologie di antenne e lettori nel varco

Sono stati utilizzati 2 tipi di varchi entrambi operanti su banda di frequenze UHF. La potenza di uscita del reader è stata impostata in entrambi i casi a 2W.

L'altezza delle antenne è stata scelta in maniera tale da allineare le antenne con il baricentro delle rispettive botti: tale accorgimento ha permesso di garantire la minima distanza tra ogni antenna e la corrispondente botte (vadi Figura 12 A). Nella Figura 12 A, la botte 2 è allineata con l'antenna 2, la botte 1 con l'antenna 3, la botte 4 con l'antenna 1 e la botte 3 con l'antenna 4.

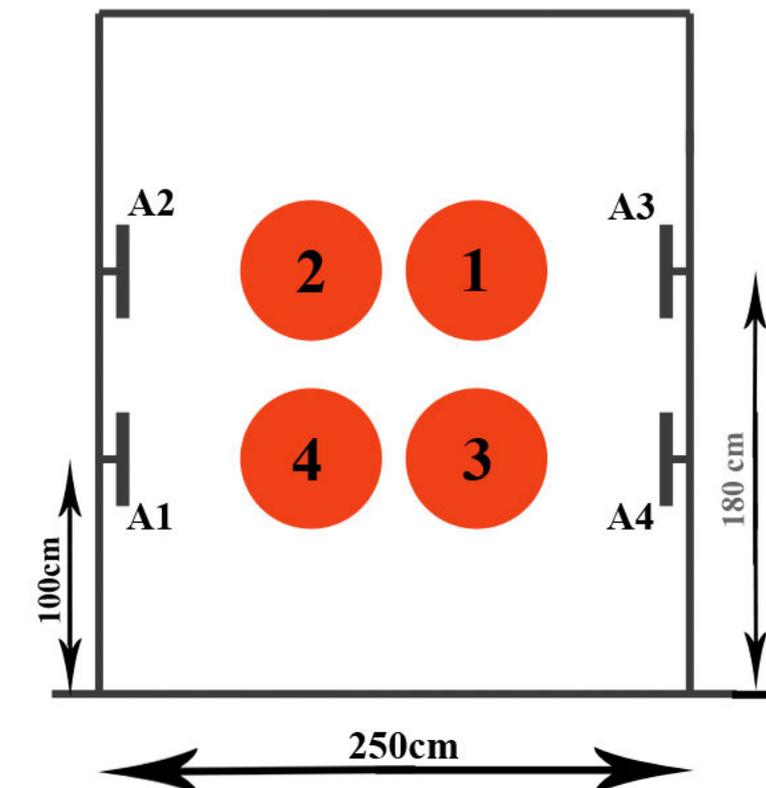


Figura 12 A: schematizzazione del varco con le 4 antenne

1° Soluzione: è stato utilizzato un reader Impinji collegato con 4 antenne Alien. Le antenne sono state poste 2 per ogni lato del varco e il set-up è mostrato in Figura 12 B.

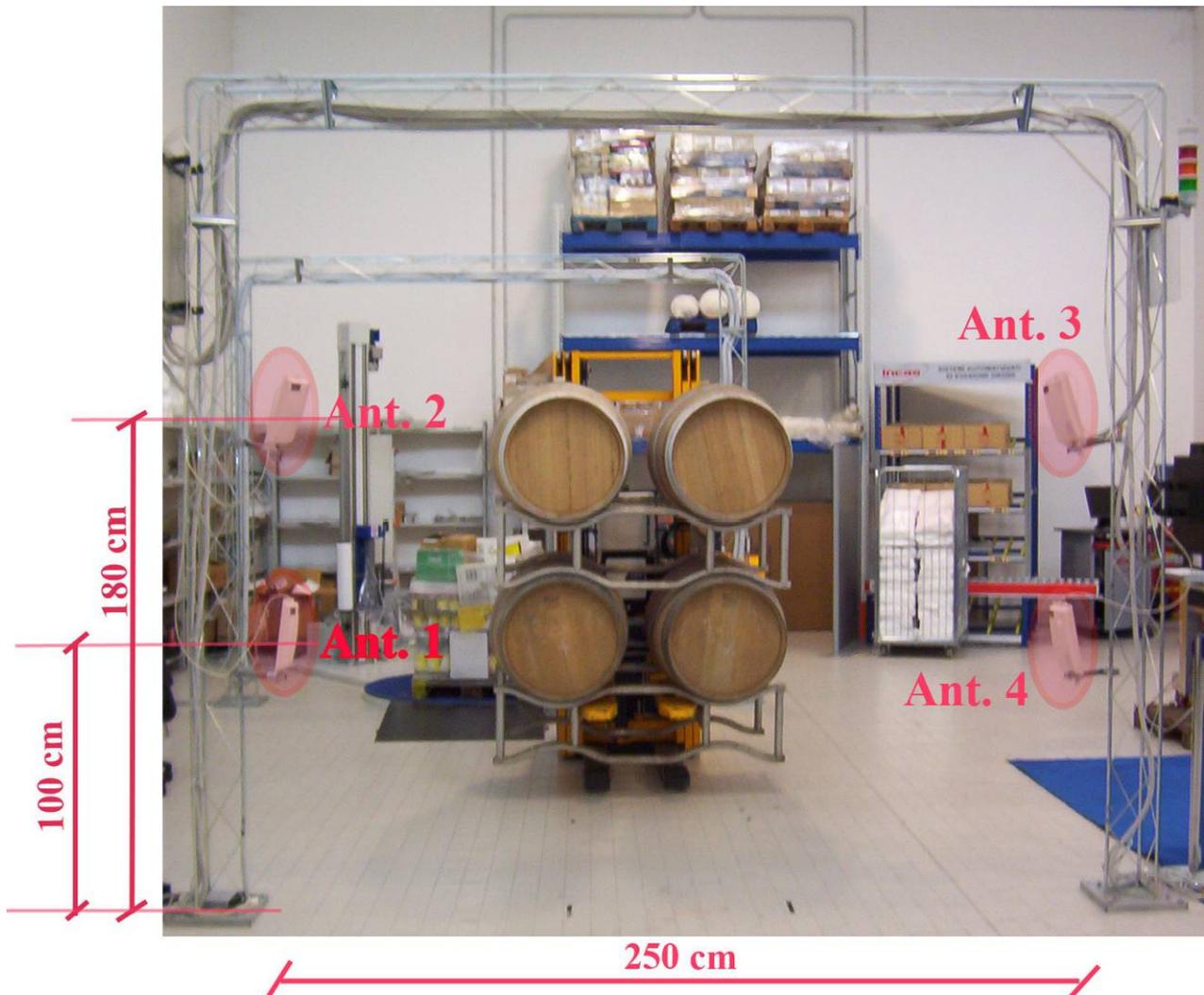
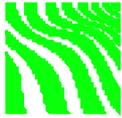


Figura 12 B: varco UHF con Reader Impinji e 4 antenne



2° Soluzione: è stato utilizzato un reader Intermec con 4 antenne sempre Intermec. Le antenne sono state poste 2 per lato e il set-up è mostrato in Figura 12.

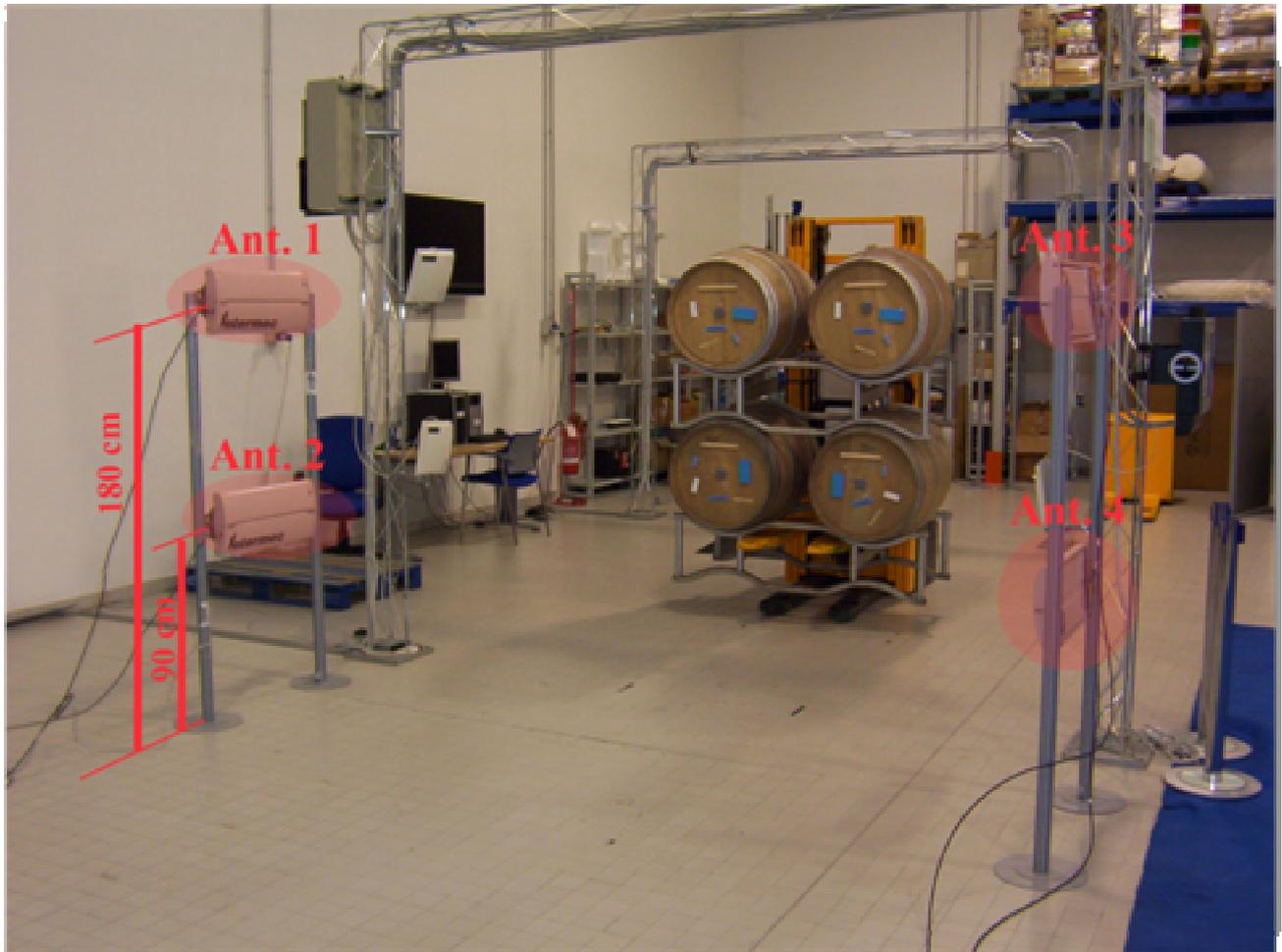
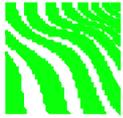


Figura 13: varco UHF con Reader Intermec e 4 antenne Intermec.



6.4 Disposizione delle antenne nel varco

Oltre alla classica soluzione di varco con antenne disposte su 2 lati, si è studiata anche una soluzione con tutte e 4 le antenne disposte lungo un solo lato del varco, come mostrato in Figura 14. Tale prova è stata realizzata sia con le 4 antenne Intermec che con le antenne Alien.



Figura 14: varco con 4 antenne disposte sullo stesso lato

Tale soluzione è stata analizzata perché è ritenuta la più verosimile da applicare nelle aree della barricaia laddove vengono movimentate le botti. Se da un lato tale soluzione è preferibile per facilità di installazione, dall'altro presenta una maggiore difficoltà di lettura del tag, perché la distanza tra i tag presenti sulla botte più lontana e l'antenna è elevata.

Per valutare l'efficacia di questa disposizione delle antenne, si sono identificate delle distanze di passaggio tra la botte più vicina e le antenne. Le prove sono state condotte impostando questa distanza D (vedi Figura 15) a:

- 50cm;
- 100cm;
- 150cm.;

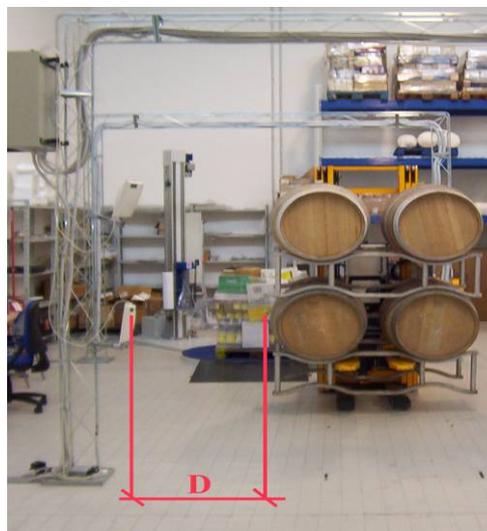


Figura 15: distanza D tra la botte più vicina e l'antenna



6.5 Punto di applicazione dei tag

Come punti di applicazione del tag si sono scelte le due basi piane della botte. Nonostante la simmetria della figura geometrica della botte, si è notato che, durante la sua movimentazione, una delle due basi è più a stretto contatto con la struttura del muletto rispetto alla seconda base. Per questo motivo si è deciso di provare la lettura dei tag nelle due diverse posizioni:

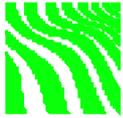
- Lato interno: quello più a contatto con il muletto (vedi Figura 16);
- Lato esterno: quello più esterno al muletto (vedi Figura 16);



Figura 16: taggatura su lato Interno ed Esterno

Per quanto riguarda la disposizione dei tag, essi sono stati posizionati in maniera uniforme lungo tutta la superficie della base della botte come mostrato in Figura 16 per il lato esterno e in Figura 17 per il lato interno.

Tale distribuzione spaziale dei tag ha avuto come scopo quello di minimizzare l'interferenza mutua tra tag adiacenti (vedi Capitolo 10).



AGRICONSULTING S.p.A.



Figura 17: disposizione dei tag sul lato esterno



Figura 18: disposizione dei tag sul lato interno



6.6 Verso di passaggio all'interno del varco

Si è pensato di introdurre come variabile delle prove il diverso passaggio delle botti, sollevate dal muletto, all'interno del varco. I due possibili passaggi prevedono prima il passaggio del muletto e poi delle botti o viceversa. I due versi di percorrenza sono stati indicati come andata e ritorno come mostrato in Figura 19.



Figura 19: verso di percorrenza del varco

Giunti ad una soluzione ritenuta accettabile è quindi possibile verificare la robustezza del risultato anche dal punto di vista statistico, andando ad aumentare il numero di prove svolte.

Tale verifica viene ovviamente effettuata solo in corrispondenza del miglior risultato trovato dal momento che non avrebbe senso "certificare" dal punto di vista statistico un pessimo risultato in ciascuna delle fasi precedenti.

6.7 Analisi dei risultati

Le prove sono state condotte partendo dalla situazione migliore: ossia un varco classico con 4 antenne (2 per lato) le 4 botti utilizzate erano vuote completamente. Si sono effettuate prove sia con il lettore Intermec che con il lettore Impinji con antenne Alien.

Una volta individuati i tag che garantivano la migliore lettura, si è proseguito analizzando la situazione più critica consistente nel varco con 4 antenne disposte tutte sullo stesso lato. In tali prove si sono utilizzati solo i tag che hanno mostrato la risposta migliore nei primi test.



I primi test sono stati eseguiti con botti vuote, per analizzare la condizione migliore e confrontarla poi con il caso più critico in cui le botti erano piene di acqua. Dal punto di vista fisico, il liquido ha la proprietà di assorbire la radiazione elettromagnetica prodotta dall'antenna e quindi diminuire sensibilmente il raggio di azione della stessa.

6.7.1 1° Prova: Varco Alien con 4 antenne (2 antenne per lato)

Per effettuare la prima prova, si sono numerate le botti da 1 a 4 come mostrato in Figura 19 e su ogni botte si sono applicati i 7 tipi di tag tutti di diverso tipo. Si sono ripetuti diversi passaggi attraverso il varco sia nel verso di ANDATA che nel verso di RITORNO. Si sono infine memorizzate le letture effettuate ad ogni passaggio.

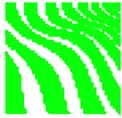


Figura 20: numerazione delle botti

I risultati ottenuti sono mostrati nella tabelle seguenti:

- Tabella 2: Lettore Impinji + Antenna Alien e taggatura Esterna.
- Tabella 3: Lettore Impinji + Antenna Alien e taggatura Esterna.

Lettore		Impinji							
Antenne		4 Alien (2 per lato)							
Taggatura		ESTERNA							
Botte	Tag	And.1	And.2	And.3	And.4	Rit.1	Rit.2	Rit.3	Rit.4
1°	1	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	X	X	X	X	X	X	X	X
	100	X	X	X	X	X	X	X	X
	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	X	X	X	X	X	X	X	X



AGRICONSULTING S.p.A.



CONSORZIO
TUSCANIA

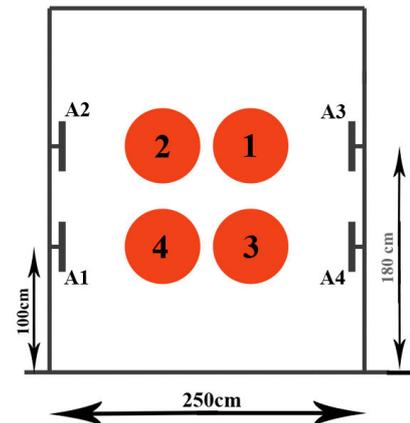


	AA	-	-	X	-	-	-	X	X
	AAA	X	X	X	X	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X	X	X	X	X
	20	X	X	X	X	X	X	X	X
	200	X	X	X	X	X	X	X	X
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	X	X	X	X	X	X	X	X
	BB	-	-	X	X	-	X	-	-
	BBB	X	X	X	X	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X	X	X	X	X
	30	X	X	X	X	X	X	X	X
	300	-	X	X	X	X	X	-	-
	3000	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	CC	X	-	-	-	-	-	-	-
	CCC	X	X	X	X	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X
	400	X	X	X	X	X	X	X	X
	4000	X	X	X	X	X	X	X	X
	D	X	X	X	X	X	X	X	X
	DD	-	-	-	-	-	-	-	-
	DDD	X	X	X	X	X	X	X	X

**Tabella 2: reader : IMPINJI, Taggatura : ESTERNA , X = tag letto, - = tag NON letto.
N° passaggi : 4 per verso di percorrenza, And. = Andata, Rit. = Ritorno**

Legenda Tabella:

Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller





Lettore		Impinji							
Antenne		4 Alien (2 per lato)							
Taggatura		INTERNA							
Botte	Tag	And.1	And.2	And.3	And.4	Rit.1	Rit.2	Rit.3	Rit.4
1°	1	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	X	X	X	X	X	X	X	X
	100	X	X	X	X	X	X	X	X
	1000	X	-	X	-	-	X	X	-
	A	X	X	X	X	X	X	X	X
	AA	X	X	X	-	X	X	X	X
	AAA	X	X	X	X	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X	X	X	X	X
	20	X	X	X	X	X	X	X	X
	200	X	X	X	X	X	X	X	X
	2000	X	X	X	X	X	X	X	X
	B	X	X	X	X	X	X	X	X
	BB	X	X	X	X	X	X	X	X
	BBB	-	X	X	X	-	X	X	X
3°	3	X	X	X	X	X	X	X	X
	30	X	X	X	X	X	X	X	X
	300	X	X	X	X	X	X	X	X
	3000	X	-	X	X	-	X	X	X
	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	CC	X	X	-	X	X	X	X	X
	CCC	X	X	X	X	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X
	400	X	X	X	X	X	X	X	X
	4000	X	X	X	X	X	X	X	X
	D	X	X	X	X	X	X	X	X
	DD	X	X	X	X	X	X	X	X
	DDD	X	X	X	X	X	X	X	X

**Tabella 3: reader : IMPINJI, Taggatura : INTERNA , X = tag letto, - = tag NON letto.
N° passaggi : 4 per verso di percorrenza, And. = Andata, Rit. = Ritorno**

OSSERVAZIONI :

- Non vi è variazione di prestazioni, nel passaggio dei due versi: ANDATA e RITORNO.
- Vi è invece un sensibile miglioramento delle letture nel posizionamento dei tag nel lato INTERNO, dovuto forse alle riflessioni maggiori delle onde elettromagnetiche con la struttura metallica del muletto, rispetto al posizionamento dei tag sul la lato ESTERNO.
- Tutti i tag hanno dato il 100% di lettura esclusi i tag avente codice "X000" con X= 1,2,3,4 e i tag "YY" e "YYY" con Y= A,B,C,D.



6.7.2 2° Prova : Varco Intermec con 4 antenne (2 antenne per lato)

Nella seconda prova sono state effettuate le stesse prove svolte per la prima, variando solamente il tipo di lettore e la tipologia di antenna. I risultati ottenuti sono mostrati nella tabelle seguenti:

- Tabella 4: Lettore Intermec e taggatura Esterna.
- Tabella 5: Lettore Intermec e taggatura Interna.

Lettore			Intermec						
Antenne			4 Intermec (2 per lato)						
Taggatura			ESTERNA						
Botte	Tag	And. 1	And. 2	And. 3	And. 4	Rit. 1	Rit. 2	Rit. 3	Rit. 4
1°	1	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	X	X	X	X	X	X	X	X
	100	X	X	X	X	X	X	X	X
	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	X	X	X	X	X	X	X	X
	AA	X	X	X	X	X	X	X	X
	AAA	X	X	X	X	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X	X	X	X	X
	20	X	X	X	X	X	X	X	X
	200	X	X	X	X	X	X	X	X
	2000	-	-	-	-	-	-	X	-
	B	X	X	X	X	X	X	X	X
	BB	X	X	X	X	X	X	X	X
	BBB	X	-	X	X	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X	X	X	X	X
	30	-	-	-	-	-	-	-	-
	300	X	X	X	X	X	X	X	X
	3000	X	X	X	X	X	X	X	X
	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	CC	X	X	X	X	X	X	X	X
	CCC	X	X	X	X	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X
	400	X	X	X	X	X	X	X	X
	4000	X	X	X	X	X	X	X	X
	D	X	X	X	X	X	X	X	X
	DD	X	X	X	X	X	X	X	X
	DDD	X	X	X	X	X	X	X	X

**Tabella 4: reader : INTERMEC, Taggatura : ESTERNA , X = tag letto, - = tag NON letto.
N° passaggi : 4 per verso di percorrenza, And. = Andata, Rit. = Ritorno**

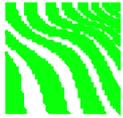


Lettore		Intermec							
Antenne		4 Intermec (2 per lato)							
Taggatura		INTERNA							
Botte	Tag	And.1	And.2	And.3	And.4	Rit.1	Rit.2	Rit.3	Rit.4
1°	1	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	X	X	X	X	X	X	X	X
	100	X	X	X	X	X	X	X	X
	1000	X	X	X	X	X	X	X	X
	A	X	X	X	X	X	X	X	X
	AA	X	X	X	X	X	X	X	X
	AAA	X	X	X	X	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X	X	X	X	X
	20	X	X	X	X	X	X	X	X
	200	X	X	X	X	X	X	X	X
	2000	X	X	X	X	X	X	X	X
	B	X	X	X	X	X	X	X	X
	BB	X	X	X	X	X	X	X	X
	BBB	X	-	X	X	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X	X	X	X	X
	30	-	-	-	-	-	-	-	X
	300	X	X	X	X	X	X	X	X
	3000	X	X	X	X	X	X	X	X
	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	CC	X	X	X	X	X	X	X	X
	CCC	X	X	X	X	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X
	400	X	X	X	X	X	X	X	X
	4000	X	X	X	X	X	X	X	X
	D	X	X	X	X	X	X	X	X
	DD	X	X	X	X	X	X	X	X
	DDD	X	X	X	X	X	X	X	X

**Tabella 5: reader : INTERMEC, Taggatura : INTERNA , X = tag letto, - = tag NON letto.
N° passaggi : 4 per verso di percorrenza, And. = Andata, Rit. = Ritorno**

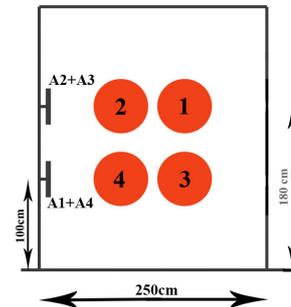
OSSERVAZIONI:

- Le prestazioni di lettura del lettore INTERMEC sono simili rispetto a quello Impinji.
- La lettura dei tag sulle varie botti è uniforme.
- La taggatura INTERNA è migliore rispetto a quella ESTERNA.
- Per la valutazione dei tag migliori, valgono le considerazioni fatte per la Prova n°1.



Legenda:

Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller



6.7.3 3° Prova : Varco Alien con 4 antenne tutte sullo stesso lato

Per effettuare questa terza prova, si sono disposte le antenne Alien come in Figura 20 e si sono posti 3 tag su ognuna delle botti. La numerazione delle botti è rimasta invariata.

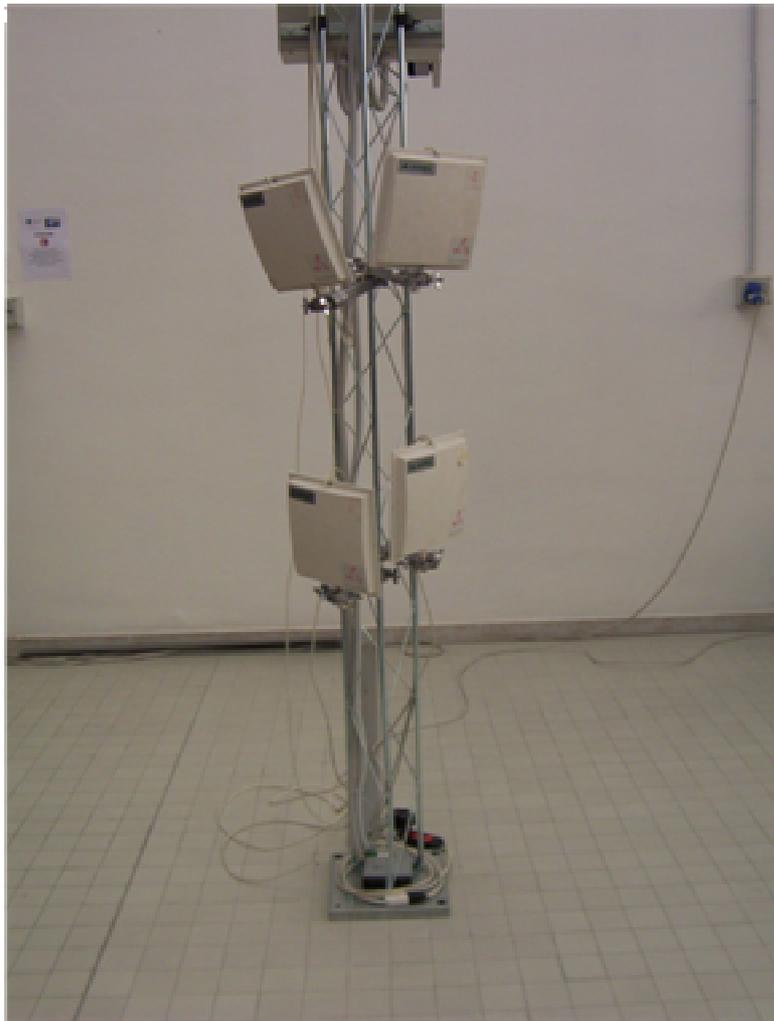
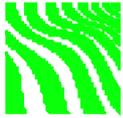


Figura 22: disposizione delle 4 antenne Alien sullo stesso lato.

La lettura dei tag è stata valutata inoltre in funzione della distanza tra le antenne e il bordo della botte più vicina. Le distanze valutate sono state 50 cm, 100cm e 150 cm. Non è stata più valutata la diversità tra verso di ANDATA e RITORNO in quanto si è visto dalle precedenti prove che non vi è alcuna diversità.

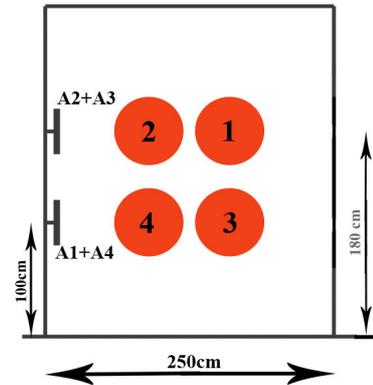


Inoltre i tag utilizzati sono stati quelli con codice, in quanto hanno fatto registrare le migliori prestazioni nelle precedenti prove:

- 0000X , con X=1,2,3,4
- 000X0 , con X=1,2,3,4
- 0000Y , con Y=A,B,C,D

Legenda:

Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller

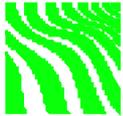


Le prove sono riassunte nelle tabelle seguenti :

- Tabella 6: Lettore Impinji + Antenne Alien, distanza = 50cm.
- Tabella 7: Lettore Impinji + Antenne Alien, distanza = 100cm.
- Tabella 8: Lettore Impinji + Antenne Alien, distanza = 150cm.

Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (tutte sullo stesso lato lato)			
Distanza		50 cm			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	X	X	X	X
	10	X	X	X	X
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	-	-	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

Tabella 6: reader : IMPINJI, Distanza antenna-Botte + vicina :50 cm ; X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio.

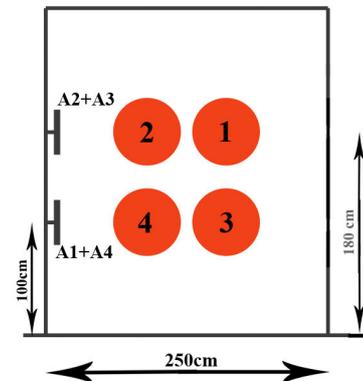


Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (tutte sullo stesso lato)			
Distanza		100 cm			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	X	X	X	X
	10	X	-	-	X
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	-	-	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	-	-	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	-	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 7: reader : IMPINJI, Distanza antenna-Botte + vicina :100 cm ;
X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio**

Legenda:

Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller





Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (tutte sullo stesso lato lato)			
Distanza		150 cm			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	-	-	X	X
	10	-	-	-	-
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	-	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	-	-	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	-	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 8: reader : IMPINJI, Distanza antenna-Botte + vicina :150 cm ;
X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio**

OSSERVAZIONI:

I tag che hanno più difficoltà ad essere letti sono giustamente quelli posizionati sulle botti n°1 e n°3, in quanto sono i più lontani dalle antenne. Inoltre tra le antenne e i tag vi è frapposta tutta la struttura metallica di supporto della botte.

1. Il tag che presenta la percentuale di lettura migliore (100%) è quello con codice 0000Y, con Y=A,B,C,D
2. A una distanza superiore a 150 cm la lettura dei tag posti sulle botti più esterne non è più garantita con assoluta certezza

6.7.4 4°Prova: Varco Intermec con 4 antenne tutte sullo stesso lato

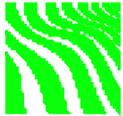
Nella quarta prova si sono disposte 4 antenne Intermec come in Figura 9. Si sono applicati ad ogni botte sempre i 3 tag migliori. I tag utilizzati sono stati quelli con codice:

- 0000X , con X=1,2,3,4
- 000X0 , con X=1,2,3,4
- 0000Y , con Y=A,B,C,D

Anche in questo caso le prove sono state effettuate con distanze tra botte e antenna di 50 cm, 100cm e 150 cm. Non è stata più valutata la diversità tra il verso di ANDATA e RITORNO in quanto si è visto dalle precedenti prove che non vi è alcuna diversità.

Le prove sono riassunte nelle tabelle seguenti :

- **Tabella 9:** Lettore e antenne Intermec, distanza = 50cm.
- **Tabella 10:** Lettore e antenne Intermec, distanza = 100cm.
- **Tabella 11:** Lettore e antenne Intermec, distanza = 150cm.

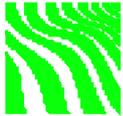


Lettore		Intermec			
Antenne		4 Intermec (sullo stesso lato lato)			
Distanza		50 cm			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	X	X	X	X
	10	-	X	-	X
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	-	-	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 9: reader : INTERMEC, Distanza antenna-Botte + vicina :50 cm ;
X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio**

Lettore		Intermec			
Antenne		4 Intermec (sullo stesso lato lato)			
Distanza		100 cm			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	X	X	-	X
	10	X	-	-	-
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	-
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	-	-	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 10: reader : INTERMEC, Distanza antenna-Botte + vicina :100 cm ;
X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio**

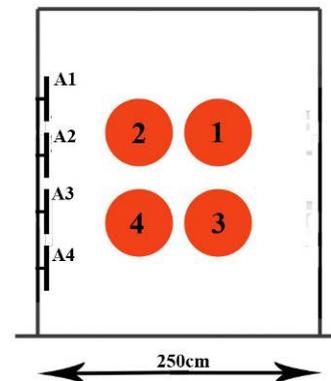


Lettore		Intermec			
Antenne		4 Intermec (sullo stesso lato lato)			
Distanza		150 cm			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	-	-	-	-
	10	-	-	-	-
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	-	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	-	X
	30	-	-	-	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 11: reader : INTERMEC, Distanza antenna-Botte + vicina :150 cm ;
X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggi**

Legenda:

Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller



6.7.5 5° Prova: Varco Impinji con 4 antenne tutte sullo stesso lato e botti riempite d'acqua

La quinta prova è stata impostata con un setup simile alla prova numero 3, con la sola differenza che le botti sono state riempite con dell'acqua. Le prove sono state fatte effettuando 4 passaggi attraverso il varco ed a ogni prova si è passati ad una distanza diversa (50cm, 100cm e 150 cm) delle botti dalle antenne. Ad una distanza superiore a 150cm la lettura dei tag risulta difficoltosa.

I risultati sono mostrati nelle seguenti tabelle:

- Tabella 12: Lettore Impinji e antenne Alien, distanza = 50cm.
- Tabella 13: Lettore Impinji e antenne Alien, distanza = 100cm.
- Tabella 14: Lettore Impinji e antenne Alien, distanza = 150cm.

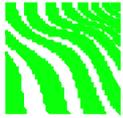


Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (tutte sullo stesso lato lato)			
Distanza		50 cm + Botti Piene			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	-	-	-	-
	10	-	X	X	-
	A	-	-	-	-
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	-	-	-	-
	30	-	-	-	-
	C	X	-	X	-
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 12: reader : IMPINJI, Distanza antenna-Botte + vicina :50 cm ;
X = tag letto, - = tag NO N letto, Pass. x = x_esi mo passaggio
Botti riempite con acqua.**

Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (tutte sullo stesso lato lato)			
Distanza		100 cm + Botti Piene			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	-	-	-	-
	10	-	-	-	-
	A	-	-	-	-
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	-	-	-	-
	30	-	-	-	-
	C	X	-	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 13: reader : IMPINJI, Distanza antenna-Botte + vicina :100 cm ;
X = tag letto, - = tag NO N letto, Pass. x = x_esi mo passaggio
Botti riempite con acqua**



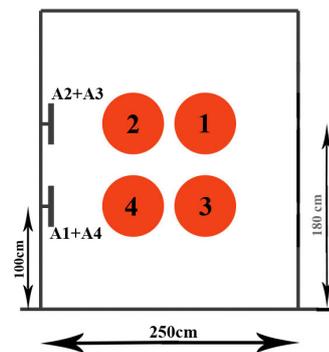
Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (tutte sullo stesso lato)			
Distanza		150 cm + Botti Piene			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	-	-	-	-
	10	-	-	-	-
	A	-	-	-	-
2°	2	.	-	-	-
	20	-	-	-	-
	B	X	X	X	X
3°	3	-	-	-	-
	30	-	-	-	-
	C	X	-	-	X
4°	4	-	-	-	-
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 14: reader : IMPINJI, Distanza antenna-Botte + vicina :150 cm ;
X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio
Botti riempite con acqua**

OSSERVAZIONI: Si osserva un degrado delle prestazioni sulla lettura dei tag, in particolare la difficoltà a leggere le botti più esterne. La presenza della massa d'acqua (circa 200 litri per botte) altera il campo elettromagnetico rendendo meno efficace la lettura dei tag posti sulla base esterna della botte.

Legenda:

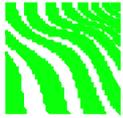
Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller



6.7.6 6° Prova : varco Impinji con 4 antenne (2 per lato) e botti riempite d'acqua

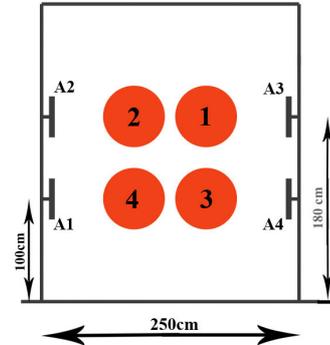
Nella sesta prova abbiamo utilizzato il varco Impinji, con 4 antenne Alien, disposte 2 per lato, e abbiamo provato a leggere i tag con le botti piene d'acqua. In questa prova non si è tenuto conto della distanza tra le botti e le antenne in quanto il passaggio è avvenuto al centro del varco che ha un'ampiezza di 2,5metri.

In Tabella 15 sono riassunti i risultati di questo test:



Legenda:

Tag		Modello
X	X=1,2,3,4	Confidex Ironside
X0	X=1,2,3,4	Simet Squiggle
X00	X=1,2,3,4	Confidex Survivor
X000	X=1,2,3,4	Omni-Id Flex
X	X=A,B,C,D	Omni-Id Max
XX	X=A,B,C,D	Omni-Id Max Pro
XXX	X=A,B,C,D	Impinji Propeller



Lettore		Impinji			
Antenne		4 Alien (2 per lato)			
Botte	Tag	Pass.1	Pass.2	Pass.3	Pass.4
1°	1	X	X	X	X
	10	X	X	X	-
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	-	X	-
	C	X	X	X	X
4°	4	-	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

**Tabella 15: reader : IMPINJI, X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio
Botti riempite con acqua**



6.8 Risultati finali

Le prove con le botti possono essere schematizzate con la seguente tabella:

Stato botti	Varco	Configurazione	Tag	Per. lettura
Botti Vuote	Varco Intermec	4 antenne (2 per lato)	Tag OmiId MAX	100%
	Varco Impinji	4 antenne (tutte stesso lato)	Tag OmniId MAX	100% ⁽¹⁾
	Varco Intermec	4 antenne (2per lato)	Tag OmniId MAX	100%
	Varco Impinji	4 antenne (tutte stesso lato)	Tag OmniId MAX	100% ²⁰
Botti Piene	Varco Impinji	4antenne (tutte sullo stesso lato)	Tag OmniId MAX	62,5%
		4 antenne (2 per lato)	Tag OmniId MAX	100%

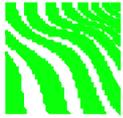
Tabella 16: schematizzazione delle sperimentazioni con le botti

I risultati hanno mostrato che con le botti vuote, il varco Impinji e il varco Intermec sono uguali, sia nella configurazione con 4 antenne disposte 2 per ogni lato, sia per 4 antenne tutte disposte sullo stesso lato. Il tag che ha mostrato le migliori presatazioni è stato l'Omni-Id Max che ha garantito il 100% di lettura su tutte e 4 le botti.

Si ha invece un sensibile degrado delle prestazioni nel momento in cui si cerca di leggere il tag sulle botti piene d'acqua con un varco avente 4 antenne solo su un lato (solo 62,5% di lettura dei tag). Mentre nel caso di botte piena d'acqua ma varco con 4 antenne(2 per lato), si è ottenuto il 100% di lettura con il migliore tag a disposizione (l'Omni-Id MAX).

Per quanto riguarda infine le considerazioni di tipo economico (investimenti, costi di gestione, ecc.), si rimanda al capitolo 11.

²⁰ Per distanze botte antenna inferiori a 150cm.



7 Lettura delle botti con tag passivi mediante forklift

Nel processo di lavorazione delle botti, risulta importante anche la fase di movimentazione delle stesse che viene fatta sempre attraverso un forklift (muletto) come quello mostrato in Figura 21. Quindi l'identificazione di ogni botte può essere fatta o leggendole al passaggio nel varco (Vedi Capitolo 6) oppure al momento dell'inforatura effettuata dal muletto. Tale soluzione è fattibile ponendo un reader direttamente sul muletto e posizionando 2 antenne a un livello appena superiore a quello delle forche come mostrato in figura 21. Tali antenne permettono di leggere i tag posti sulle basi delle botti e infocate in quell'istante dal muletto. Si sono effettuate prove con castelli composti da 4 botti, come mostrato in Figura 22.



Figura 23: forklift con reader

Per la particolare struttura di sostegno delle botti, l'inforatura può essere effettuata solo in un verso, con le basi delle botti parallele alle antenne poste sul forklift (vedi Figura 23).

Abbiamo effettuato prove sia cercando di leggere i tag posti sulla base più vicina (Tag Interni vedi Figura 24), sia sui tag posti sulla base più lontana (Tag Esterni vedi Figura 24).

Il reader utilizzato è stato uno della Intermec con 2 antenne Intermec poste entrambe al centro dell'area del muletto, allineate lungo l'asse verticale (vedi Figura 23).

I risultati sui test svolti su un numero di prove pari a 10, con le botti piene di acqua, hanno evidenziato i seguenti risultati:

- I tag interni, posti su tutte e 4 le botti, sono letti con la percentuale del 100%
- I tag esterni, posti su tutte e 4 le botti, sono letti con la percentuale del 50%

La spiegazione a questo risultato sta nel fatto che per leggere i tag esterni, la radiazione elettromagnetica emessa dall'antenna del reader, deve attraversare tutta la dimensione della botte in cui è contenuto il liquido che assorbe notevolmente l'onda elettromagnetica, non consentendo di caricare a sufficienza i tag.

Mentre per i tag interni, la distanza tra tag e antenna è di sole poche decine di cm e il liquido presente nelle botti è posto dopo il tag: la lettura in questo caso non è critica.



Figura 24: distinzione tra Tag Esterni ed Interni

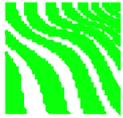
Letto		Intermec (montato sul muletto)			
Antenne		2 Intermec			
Botte	Tag	Prova.1	Prova.2	Prova.3	Prova.4
1°	1	X	X	X	X
	10	X	X	X	X
	A	X	X	X	X
2°	2	X	X	X	X
	20	X	X	X	X
	B	X	X	X	X
3°	3	X	X	X	X
	30	-	X	X	-
	C	X	X	X	X
4°	4	X	X	X	X
	40	X	X	X	X
	D	X	X	X	X

Tabella 17: reader : INTERMEC , X = tag letto, - = tag NON letto, Lett. x = x_esima Lettura Botti riempite con acqua

La Tabella 17 mostra i risultati dei test effettuati con il reader utilizzato sul forklift.

Anche in questo caso di lettura il tag che ha fornito le prestazioni migliori è stato il tag della OmniID Max mostrato nella figura seguente. Tale tag presenta uno spessore di 4mm che permette di distanziare l'antenna dalla superficie sulla quale viene applicato.





AGRICONSULTING S.p.A.



8 Lettura delle botti con tag attivi

In questo capitolo si presentano i risultati derivanti dall'attività sperimentale di tracciatura delle botti con tag attivi -con funzione quindi di "**geolocalizzazione delle barriques**" all'interno del magazzino di stoccaggio-, svolta presso il laboratorio EPC e presso la BARONE RICASOLI S.p.A., Agricola Cantine del Castello di Brolio a Gaiole in Chianti.

Tale sistema oltre alle funzioni svolte dei tag passivi, consente un controllo permanente della localizzazione dei tag (monitoraggio continuo) e quindi delle barriques sulle quali i tag sono stati applicati, così come degli spostamenti (ne può essere visualizzato il tracciato) che questi hanno effettuato. Tale sistema rende quindi estremamente agevole l'identificazione delle barriques all'interno del magazzino, azione che oltre che a video (posizionamento all'interno della piantina del magazzino), può essere facilitata da indicatori luminosi (ad esempio l'accensione di una luce sul/sui tag ricercati) o sonori (suoni emessi dai tag da identificare).

A fronte di questa funzionalità innovativa aggiuntiva (la geolocalizzazione) che va oltre il fine della "mera" applicazione della rintracciabilità (per quest'ultimo scopo le performances sono praticamente le stesse del sistema a tag passivi), il sistema ha un costo decisamente più elevato rispetto alla soluzione con i tag passivi, dovuta essenzialmente ai maggiori costi a) del software di gestione del sistema, b) dei tag attivi rispetto ai passivi (vedere capitolo 11).

E' stata scelta per questa fase la soluzione di localizzazione basata su Wi-Fi di Ekahau (per ulteriori riferimenti ed approfondimenti: <http://www.ekahau.com/?id=10300>).

Si sottolinea che la soluzione adottata per la sperimentazione e testata successivamente in barrique (ed utilizzata per la prova dimostrativa), non è "LA" soluzione definitiva, ma una delle possibili alternative, utile al fine di mostrare le potenzialità della tecnologia utilizzata e il funzionamento della geolocalizzazione.



La motivazione della scelta del Wi Fi per la sperimentazione in azienda vitivinicola

La scelta della tecnologia migliore ricade sul Wi-Fi per la molteplicità di applicazioni per cui può essere utilizzata.

Per la sola funzione di localizzazione l'UWB (Ultra Wide Band) può essere il candidato ideale per i seguenti motivi:

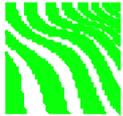
- Ottima accuratezza: 10-50cm;
- Bassa complessità dei dispositivi;
- Basso consumo di potenza (< 100 mW) da parte dei dispositivi;
- Potenziale immunità ai cammini multipli;
- Potenziali buone capacità di penetrazione dei materiali ma con i seguenti svantaggi:
 - Distorsione del segnale, poiché la banda è così ampia da essere certamente maggiore della banda di coerenza del canale;
 - Problemi di sincronizzazione in ricezione dovuta alla durata estremamente breve degli impulsi;
 - Caratterizzazione delle antenne e dei dispositivi a banda larga: non è immediato individuare dispositivi in grado di assicurare un comportamento costante su una banda così ampia; aumenta così la distorsione introdotta dai dispositivi.

Le possibili applicazioni

Utilizzando i dati raccolti dall'Osservatorio sul Mobile Business Assinform - School of Management Politecnico di Milano (la ricerca completa è disponibile su www.osservatori.net), si vuole mostrare come la maturità e le prestazioni raggiunte dalle tecnologie Wi-Fi e RFID (è stata valutata anche l'RFID poiché sarà verrà proposta come implementazione futura), permettono di implementare una vasta gamma di applicazioni, integrate con i sistemi informativi aziendali e fruibili da persone in mobilità.

Alcuni esempi di applicazioni sono:

- Applicazioni di Supply Chain Management basate su Wi-Fi: Sono quelle applicazioni a supporto della gestione del magazzino. Il device più utilizzato è il terminale industriale, tipicamente dotato di lettore ottico per la rilevazione dei codici a barre o di lettore RFID;
- Applicazioni di supporto alle operations mobili basate su Wi-Fi: Sono applicazioni molto eterogenee, sia come ambito applicativo che come settore. Le più diffuse sono nell'ambito della produzione, finalizzate a supportare il tracking delle lavorazioni (attraverso terminali industriali dotati di lettore ottico) e a supportare la manutenzione dei macchinari;
- Applicazioni M2M¹ di Telelettura basate su Wi-Fi: Rientrano in questa categoria applicazioni abbastanza eterogenee che condividono uno stesso principio: utilizzare la radiofrequenza Wi-Fi per raccogliere da determinati "dispositivi" (ad esempio, macchine utensili a controllo numerico) una serie di dati da elaborare centralmente;
- Applicazioni M2M basate su RFID a supporto delle operation. Si tratta di applicazioni orientate prevalentemente al monitoraggio dello stato di avanzamento della produzione. Si basano su lettori collocati in opportune posizioni lungo la linea produttiva che raccolgono automaticamente, leggendo i tag posti sui prodotti e/o sui pallet, una serie di dati relativi alle diverse fasi di lavorazione;
- Applicazioni di Self Scanning basate su Wi-Fi. Si tratta di applicazioni che consentono ai clienti della



- Applicazioni di Customer Relationship basate su RFID. Sono applicazioni che utilizzano la tecnologia RFID, applicata tipicamente a badge o carte contactless che permettono di accedere a servizi, come, ad esempio l'abilitazione agli ingressi, il ticketing, il pagamento, CRM, ecc. e della fruizione di determinati servizi attraverso ad esempio una carta RFID attribuita ai clienti;
- Applicazioni di VoIP².

L'elenco sopra riportato testimonia la molteplicità e l'eterogeneità degli ambiti applicativi delle tecnologie wireless, mettendo in evidenza le innumerevoli opportunità con cui tali tecnologie possono creare valore in una qualsiasi organizzazione.

I benefici

I benefici delle applicazioni wireless possono essere suddivisi in due macrocategorie:

- benefici tangibili, che possono essere ricondotti ad un impatto sui ricavi o sui costi;
- benefici intangibili, difficilmente riconducibili ad una valutazione economico-finanziaria.

I benefici tangibili relativi ai costi sono riconducibili a due tipologie principali: un aumento della produttività delle risorse - umane in particolare - oppure un aumento della qualità dei processi (ad esempio, meno fatture sbagliate, ordini incompleti, collocazioni in magazzino errate, ecc.).

Entrambi questi benefici possono essere relativi sia ai processi di front office, cioè quelli gestiti direttamente dall'utente "mobile" (raccolta di un ordine, registrazione di un intervento di manutenzione, ecc.), sia ai processi di back office, che coinvolgono cioè il personale "fisso" in sede (ad esempio, inserimento di un insieme di ordini di un commerciale o di una scheda interventi di un manutentore nel sistema informativo).

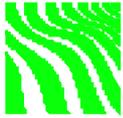
Anche i benefici tangibili relativi ai ricavi sono riconducibili a due tipologie principali: aumento dei ricavi a parità di risorse e aumento della soddisfazione dei clienti. Il primo si riferisce alla possibilità di poter gestire aumenti nei volumi di attività senza dover aumentare le risorse (in particolare umane), grazie ad un aumento della produttività di tali risorse reso possibile dall'applicazione wireless. Il secondo beneficio, una maggiore soddisfazione dei clienti, può essere l'effetto di due differenti driver: un miglioramento nella qualità esterna, cioè "visibile" al cliente (ad esempio, meno errori nelle consegne, migliore livello di servizio) e/o una riduzione dei tempi "visibili" al cliente (tempo di risposta alle sue richieste, tempo di consegna, ecc.).

Per quanto riguarda i benefici intangibili, sono stati raggruppati in tre principali categorie:

- benefici riconducibili in qualche modo all'immagine;
- benefici ricollegabili ad un aumento della quantità, qualità e tempestività dei dati disponibili al management, che si può tradurre in un più efficace processo di pianificazione e controllo delle attività e in una maggiore flessibilità nella gestione dei cambiamenti e delle urgenze;
- benefici riconducibili ad una maggiore soddisfazione degli utenti dell'applicazione.

¹Machine to Machine o M2M è una complessa infrastruttura hardware/software in grado di trasformare i dati grezzi di una macchina in informazioni utili alle imprese per prendere decisioni e per automatizzare i propri processi.

²Voice over IP (Voce tramite protocollo Internet), acronimo VoIP, è una tecnologia che rende possibile effettuare una conversazione telefonica sfruttando una connessione Internet o un'altra rete dedicata che utilizza il protocollo IP, anziché passare attraverso la rete telefonica tradizionale (PSTN).



8.1 La fornitura hardware

L'hardware utilizzato è rappresentato da:

- Wireless Access Point D-Link standard



- tag Ekahau T-201 e T-301B



Tag Ekahau T-201

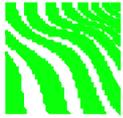


Tag Ekahau T-301B

- Wireless Access Point Funkwerk



Access Point Funkwerk



8.2 La struttura software

8.2.1 Il sistema RTL

La soluzione utilizzata per i test è una piattaforma software per la localizzazione real-time in zone coperte da reti Wi-Fi. La piattaforma non necessita di hardware dedicato ma sfrutta quelle che sono le caratteristiche delle reti Wi-Fi standard.

Dati i numerosi campi di applicazione che un sistema di localizzazione Wi-Fi può avere, l'intero sistema è stato sviluppato in modo tale che tutti i dati possano essere utilizzati e introdotti anche in applicazioni esterne, già esistenti o sviluppate su misura. L'utilizzo di Web Services²¹ apre ad un grande mercato di riferimento consentendo l'integrazione di questo sistema con altri sviluppati in altre tecnologie.

Tutti i dati creati dal sistema possono essere visualizzati attraverso interfaccia Web, quindi si ha la possibilità di controllare in maniera remota tutto quello che avviene nell'area da localizzare senza utilizzare necessariamente il server centrale.

8.2.2 Le componenti

L'architettura del sistema è costituita dalle componenti che sono di seguito descritte:

- **Tracker:** è un'applicazione per il tracking (tracciatura) degli oggetti. Fornisce in tempo reale la vista dell'area monitorata con gli oggetti da localizzare visualizzati graficamente sulla mappa;
- **Finder:** è un'applicazione basata su interfaccia web per l'interrogazione e la visualizzazione della posizione delle persone all'interno dell'infrastruttura. L'interrogazione fornisce il nome della risorsa localizzata, la sua posizione all'interno della mappa degli edifici;
- **Client** è un agente software che deve essere utilizzato per il tracking di un Laptop o di un PDA. Lavora in modo analogo al tag ma deve girare in background sulla periferica da localizzare;
- **Position Engine:** è il "motore" per la rilevazione e posizionamento degli oggetti. Riceve le informazioni di misura per la localizzazione dal Client, calcola la posizione e fornisce le informazioni alle applicazioni che ne fanno richiesta; è composto da:
 - un Motore di Posizionamento per ricevere la forza del segnale misurata dal tag, compararla con le calibrazioni effettuate e calcolare una stima accurata della posizione;
 - un Gestore degli Eventi per ricevere gli eventi, quali l'allarme originato dalla pressione del bottone del tag, il tentativo di manomissione, e dirigerli verso le applicazioni che li gestiscono;
 - un Gestore del Sistema e delle Periferiche che automatizza le operazioni di controllo e monitorizza il sistema attraverso un'interfaccia web-base;
 - le API per integrare il sistema con applicazioni di terzi parti;
 - Ekahau Location Survey è un tool per gli amministratori di sistema per eseguire la calibrazione dell'infrastruttura, l'analisi accurata della localizzazione degli access point e delle risorse Wi-Fi da tracciare;
- **802.11 Wi-Fi access points** sono gli strumenti che consentono la localizzazione dei tag e la comunicazione fra questi ed il Position Engine;
- **Tag** sono i device collocati sugli oggetti da tracciare; misurano la potenza del segnale ricevuto dagli access point e trasmettono la misurazione attraverso la rete 802.11 al Position Engine in tempo reale.

²¹ Secondo la definizione data dal W3C un Web Service (servizio web) è un sistema software progettato per supportare l'interoperabilità tra diversi elaboratori su di una medesima rete.



8.3 I tag

I Tag sono dispositivi di medie dimensioni (45x55x19 mm e 48g di peso), alimentati a batteria, customizzabili in termini di trigger degli eventi e sensoristica a bordo, e dotati di un'unità di elaborazione interna e scheda Wi-Fi.

E' possibile effettuare una completa gestione remota (tramite un'applicazione web-based) dei dispositivi attraverso il Position Engine.

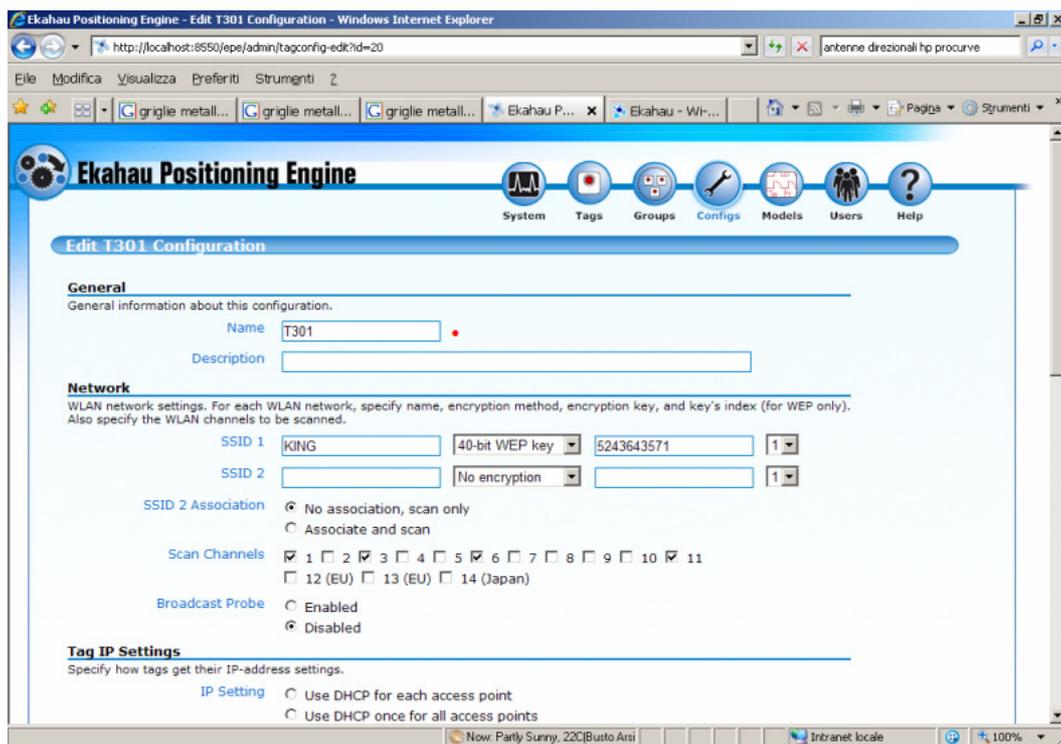


Figura 25: gestione configurazione dei tag via web

Il tag è a tutti gli effetti un dispositivo Wi-Fi localizzabile che può essere installato su oggetti di medie e grosse dimensioni.

La durata media della batteria è intorno ai 3-5 anni. Questa dipende solo ed esclusivamente dal tipo di utilizzo del tag. Maggiore è la frequenza con cui il tag viene interrogato, o si decide di farlo "svegliare", minore sarà la durata delle batterie. Se il tag trasmette ogni secondo la durata della batteria non sarà superiore alle 15 ore, se invece si attiva ogni 24 ore la durata potrebbe arrivare fino a 5 anni²². La durata delle batterie -ed anche il costo del tag- verrà influenzata anche dal fatto che si utilizzino (e la frequenza di utilizzo) tag con la possibilità di emettere segnali luminosi o sonori (per facilitarne l'identificazione).

Tutti questi parametri possono essere impostati attraverso il software di gestione del tag, che ci consente quindi di decidere che utilizzo fare del tag, se utilizzare la localizzazione continua, per merci a forte movimentazione, o, di contro, la localizzazione discontinua, per merci a bassa movimentazione.

Un'altra opzione interessante è quella che consente ai tag di attivarsi a causa del movimento; attivando questa opzione abbiamo la possibilità di decidere la tolleranza al movimento della tag prima che questa si attivi, quindi differenziare un movimento accidentale e di breve durata da un movimento voluto e prolungato. Esiste un sensore antifurto che genera un allarme qualora il tag venga staccato dal supporto.

²² Per verificare sul campo l'effettiva durata delle batterie sono stati lasciati in laboratorio due tag T-301A configurati per trasmettere ogni 24 ore.



AGRICONSULTING S.p.A.



I tag usati nella sperimentazione, sono quelli mostrati in figura (mod. T-301A) che coniugano i pregi delle due tipologie sopraccitate (tag T-201 e T-301 B, entrambe testate).



Figura 26: esempio di Tag Modello T-301A

8.4 La sperimentazione

La fase di sperimentazione è stata articolata in due serie di test svoltasi all'EPC lab (MI) di Indicod-Ecr e nella cantina vinicola di Barone Ricasoli (SI).

Di seguito verranno dettagliati i singoli test.

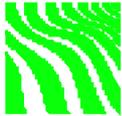
8.4.1 Test di laboratorio

Presso l'EPC lab (MI) di Indicod-Ecr è stata condotta la sperimentazione che aveva l'obiettivo di simulare l'installazione che si sarebbe eseguita successivamente presso lo stabilimento di Gaiole in Chianti (SI).

Dopo uno studio più accurato dell'ambiente specifico del progetto finale, è stata presa in considerazione l'ipotesi di utilizzare anche degli access point di fascia più alta in termini di funzionalità e prestazioni (come i Funkwerk) da affiancare a degli access point standard, dopo aver valutato anche l'impatto che i liquidi (e in questo caso particolare il vino) hanno nei confronti della comunicazione wireless.

8.4.1.1 Installazione software

Si è per prima cosa proceduto a installare la parte server su una macchina server dedicata e la parte client su un portatile.



AGRICONSULTING S.p.A.



Welcome to Ekahau Positioning Engine, admin.

Status

System Status	
Version	4.2.3
Build Number	24628
Started	2008-05-27 12:08:34
Uptime	16 mins
Number of Tags	5 of 5

Activity

Activity	Count
Location Update Events	0 (0 ELP, 0 UDP, 0 TCP)
Locations	0
Filtered Locations	0
Maintenance Calls	0 (0 T201, 0 EMP)
Counters Started	On Startup
Reset	Reset activity counters

Actions

[Log File](#) | [Licenses](#)

Figura 27: home page del Positioning Engine

I software di Site Survey (per calibrare l'ambiente) e di attivazione dei tag sono stati installati su una notebook.

8.4.1.2 Installazione a ccess point

Sono stati dunque utilizzati cinque access point, dei quali due dalle prestazioni "avanzate" in grado di coprire aree anche molto vaste per predisporre il tutto affinché si potesse adattare il più possibile all'ambiente "reale" che si troverà alle Cantine di Brolio (al fine di simulare esattamente la situazione che si troverà a Gaiole in Chianti, sono stati spenti tutti gli access point del laboratorio, mantenendo solo gli access point sopraccitati). L'idea era infatti quella di trovare una configurazione performante e robusta ai cambi di contesto da "trasportare", agendo in loco il meno possibile a livello di configurazione hardware. Di seguito la piantina con la collocazione degli access point (i readers).



Figura 28: collocazione access point nell'EPC Lab (i "g6" ai lati in realtà rappresentano il canale su cui i due access point adiacenti comunicano via bridge, tecnicismo che in questo momento non è necessario approfondire)

8.4.1.3 Calibrazione

Dopo aver posizionato fisicamente gli AP, si è attivato il software di Site Survey (calibrazione) per il Fingerprinting.

Si è dunque iniziata la fase di addestramento del sistema al fine di registrare l'intensità dei segnali ricevuti dagli access point durante gli spostamenti.

E' stato utilizzato il notebook come strumento di registrazione e di invio delle misure rilevate al Position Engine.

La modalità con cui sono effettuate le misurazioni per l'addestramento, risultano essere una delle fasi più importanti per ottenere poi una buona localizzazione.

La prima calibrazione è stata effettuata nei punti di "discontinuità", definiti come quei punti dove il segnale di un access point era notevolmente superiore a quello degli altri, ovviamente per ottenere questo è stato posizionato il notebook nelle immediate vicinanze dell'access point e qui è stata effettuata la registrazione.

Inizialmente sono state create poche registrazioni che potevano (in teoria) risultare sufficienti per avviare la fase di localizzazione.

Le prime prove di localizzazione effettuate con la configurazione sopra descritta, hanno dato esito negativo con margini di errore altissimi (fino a 10 m) non accettabili in nessun eventuale campo di applicazione.

Proseguendo, si è scelto di effettuare le ulteriori registrazioni percorrendo alcune zone dall'area più volte ed in direzioni diverse, in modo da poter creare delle zone in cui far risultare il dispositivo localizzato.

Questa seconda fase ha dato risultati più che buoni per quanto riguarda il margine d'errore che si è attestato sotto ai 2m.

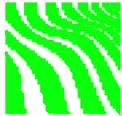


Figura 29: percorsi di calibrazione del laboratorio in fase di test

Nella figura 29 in sono state riportate (piccoli cerchi in verde) le diverse posizioni valutate dal tecnico dalle quali è stato verificato il segnale (percorsi di calibrazione). I cerchi più grandi, contrassegnati con le sigle g1, g6 e g11, indicano le posizioni degli access point (readers).

L'attività di apprendimento e localizzazione, come detto, è stata effettuata utilizzando un pc portatile. Questo perché la qualità delle schede di rete wireless, di cui solitamente sono equipaggiati questo tipo di dispositivi, è indubbiamente superiore a quella di una scheda di rete installata su di un PDA o addirittura di un telefono cellulare. La netta differenza fra i diversi tipi di schede di rete è dovuta in primo luogo alla necessità di miniaturizzazione dei componenti e in secondo luogo dalla limitata capacità di alimentazione dei dispositivi più piccoli.

A fine calibrazione il risultato è quello ottenuto nella seguente figura (l'intensità del segnale aumenta con l'intensità del verde).

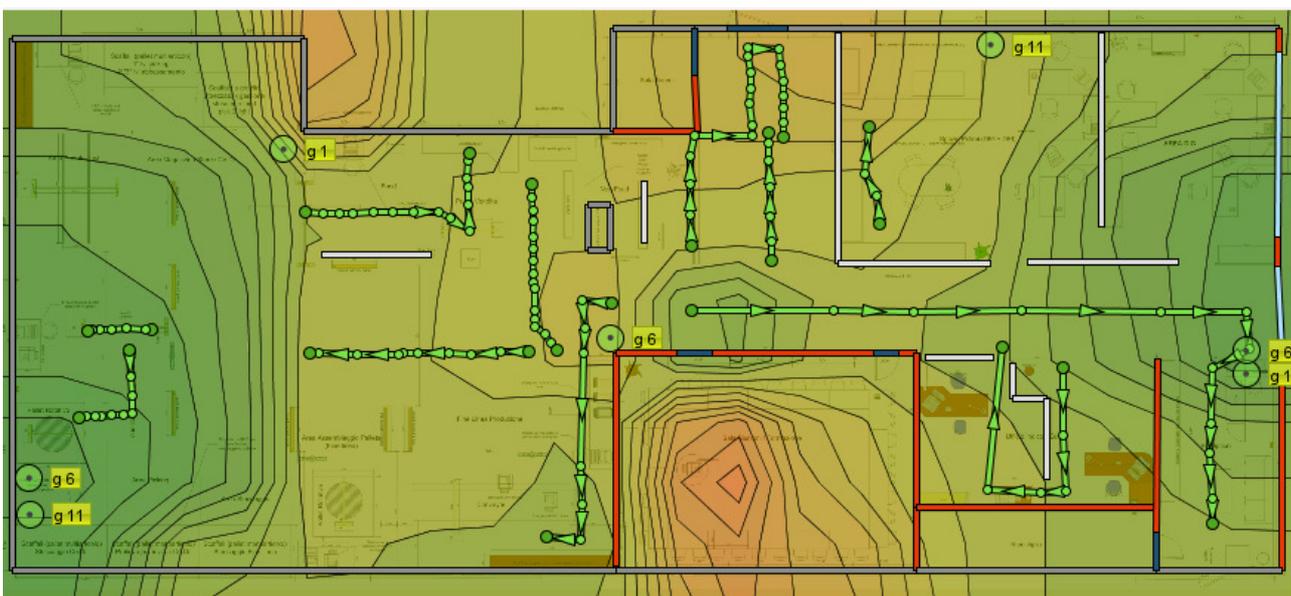
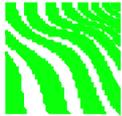


Figura 30: raffigurazione delle differenze di segnale in seguito alla calibrazione ambientale effettuata



8.4.1.4 Risultati sperimentali

Il passo successivo è stato verificare l'accuratezza della precisione dei tag posizionati nel laboratorio.

The screenshot shows the Ekahau Positioning Engine (EPE) web interface in Internet Explorer. The browser address bar shows the URL `http://localhost:8550/epe/admin/tag-index`. The interface has a navigation menu with icons for System, Tags, Groups, Configs, Models, Users, and Help. Below the menu, there is a section titled "Tags: Most Recent (5/5)". This section contains a search bar with a "Find" button and a "Clear" button. Below the search bar is a table with the following data:

Tag	Name	MAC	Config	Battery	Map	Zone	Loc	Maint
<input type="checkbox"/>	301A-0711-017515	Ekahau, Inc. 00:4...	00:18:8E:00:40:84	T201	30%	MagRotoli		
<input type="checkbox"/>	301A-0711-112575	Ekahau, Inc. 08:3...	00:18:8E:08:03:40	T301	100%	MagRotoli		

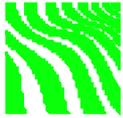
Below the table, there are buttons for "All" and "None", and an "Actions" dropdown menu with an "Advanced..." button. At the bottom left, the footer reads "ekahau © 2006 - 2008 Ekahau Inc." The browser's taskbar at the bottom shows the system tray with weather information ("Now: Light Rain, 19°C Busto Arsizic") and network status ("Intranet locale").

Figura 31: lista dei tag rilevati. Cliccando su di essi viene mostrata la posizione all'interno della mappa.

Di seguito verranno presentati due esempi fra gli svariati test effettuati affiancando tre immagini:

- la prima rappresenta esattamente dove è stato posizionato il tag nella piantina (posizione dunque segnata "mano" – pallino rosso);
- la seconda è una foto che mostra il tag;
- la terza è l'immagine restituita dal software di ricerca che mostra dove "percepisce" la posizione del tag all'interno della piantina (pallino blu).

Chiaramente, quanto più le posizioni indicate nella prima e nell'ultima immagine saranno simili, più l'accuratezza della rilevazione sarà buona.



AGRICONSULTING S.p.A.



TEST 1

Posizione reale del tag:

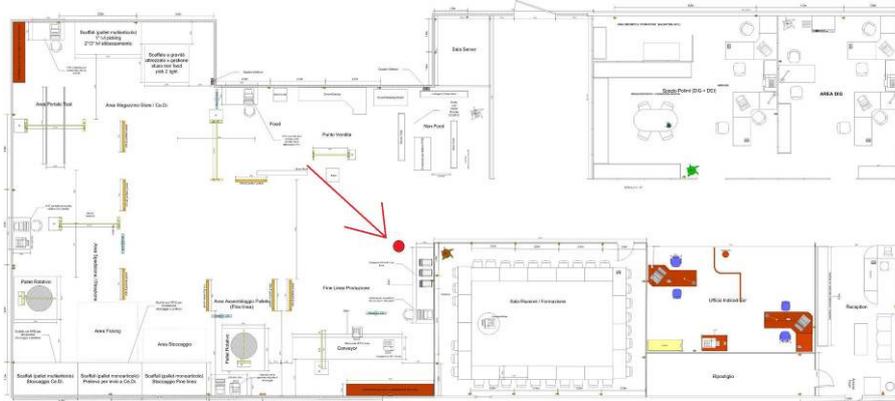
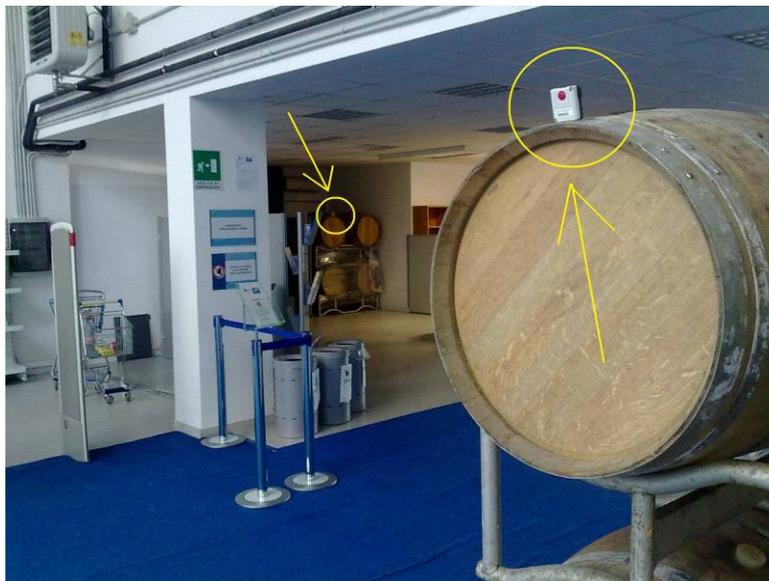
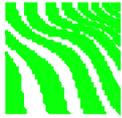


Foto (nell'angolo in fondo si può notare il tag oggetto del TEST 2):



Posizione rilevata:





AGRICONSULTING S.p.A.



TEST 2

Posizione reale del tag:

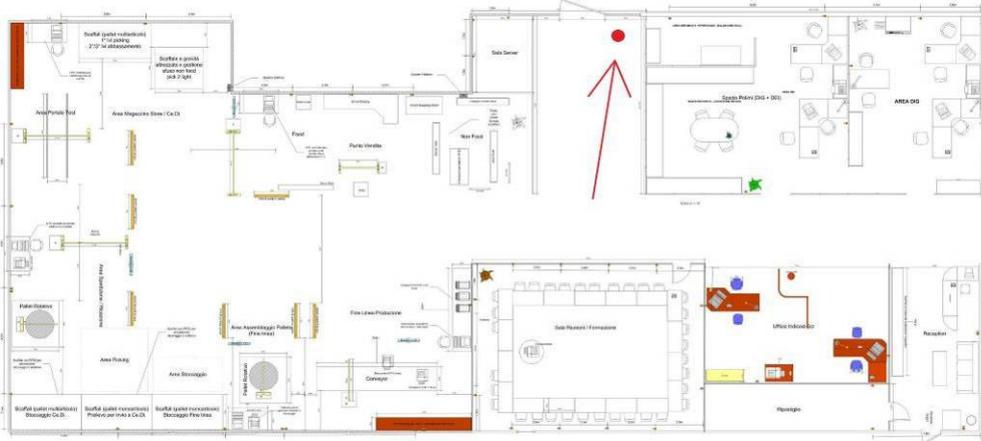
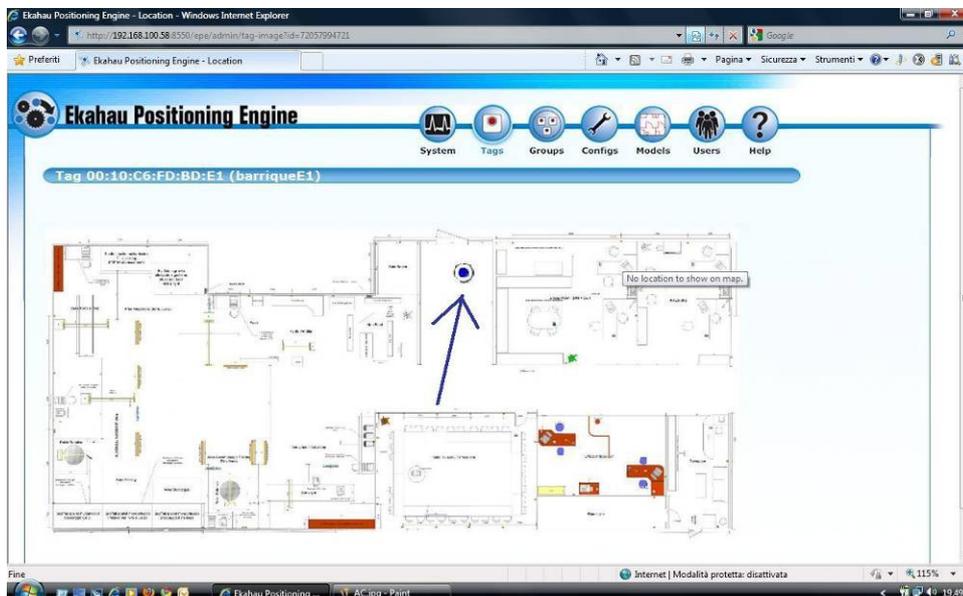
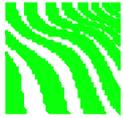


Foto:



Posizione rilevata:





Come si può notare dai due test esemplificativi sopra riportati, i risultati sono stati estremamente soddisfacenti, ottenendo un'accuratezza dai 50 cm fino al massimo 2 m di differenza fra la posizione effettiva e quella rilevata.

E' ragionevolmente pensabile di ottenere buoni risultati alle Cantine Ricasoli trasportando questa soluzione in loco, dove le variabili fondamentali saranno il posizionamento degli access point e la calibrazione.

8.4.2 La sperimentazione in azienda

Presso lo stabilimento di Gaiole in Chianti (SI) è stata condotta l'ultima fase della sperimentazione che aveva questi obiettivi:

- Confermare il buon grado di accuratezza ottenuto in laboratorio;
- Eseguire demo live del sistema RTL.

8.4.2.1 Collocazione access point

Sulla base di studi di massima precedenti effettuati in laboratorio (con la piantina della cantina già a disposizione), era già stata ipotizzata la posizione migliore per gli access point, raffigurata dalla seguente immagine (pallini gialli, AP "K.In.G.", e rossi, AP Funkwerk):

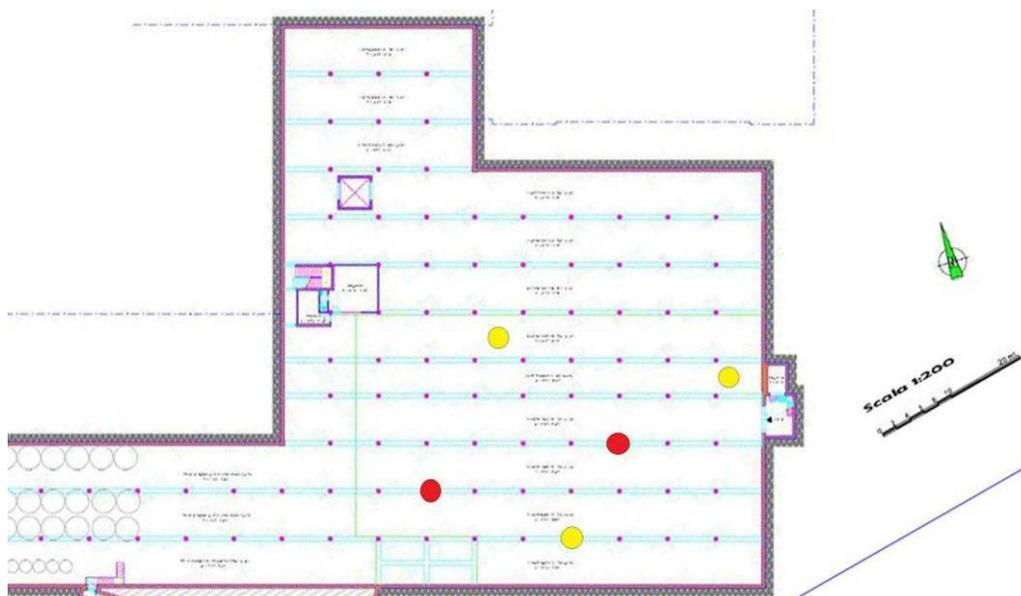


Figura 32: dislocazione access point nella barricaia

Vista l'importanza della calibrazione ed il notevole dispendio di tempo necessario a tale attività (si sono rese necessarie diverse giornate uomo da parte di più persone all'interno della cantina per effettuare le sperimentazioni in oggetto), si è scelto di concentrarsi solo su una parte della barricaia (cattedrale), più precisamente quella più a destra nell'immagine soprastante, in quanto giudicata più critica. E' semplice e intuitivo comprendere che ottenendo una buona accuratezza nella zone più critiche, la situazione potrà solo essere migliore in zone più "semplici" dal punto di vista di propagazione delle onde.

L'hardware utilizzato è esattamente il medesimo usato nell'ultimo test di laboratorio. Di seguito alcune foto dell'installazione:

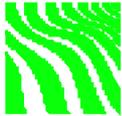


Figura 33: access point in barricaia

8.4.2.2 Calibrazione

Così come per i test precedenti, è occorso effettuare la calibrazione dell'ambiente, concentrandosi in una zone particolare come già anticipato.

I percorsi effettuati sono quelli mostrati nella figura seguente (i piccoli cerchi in verde rappresentano le posizioni valutate dal tecnico, dalle quali è stata verificata l'intensità del segnale; il cerchio più grande la posizione degli access point):

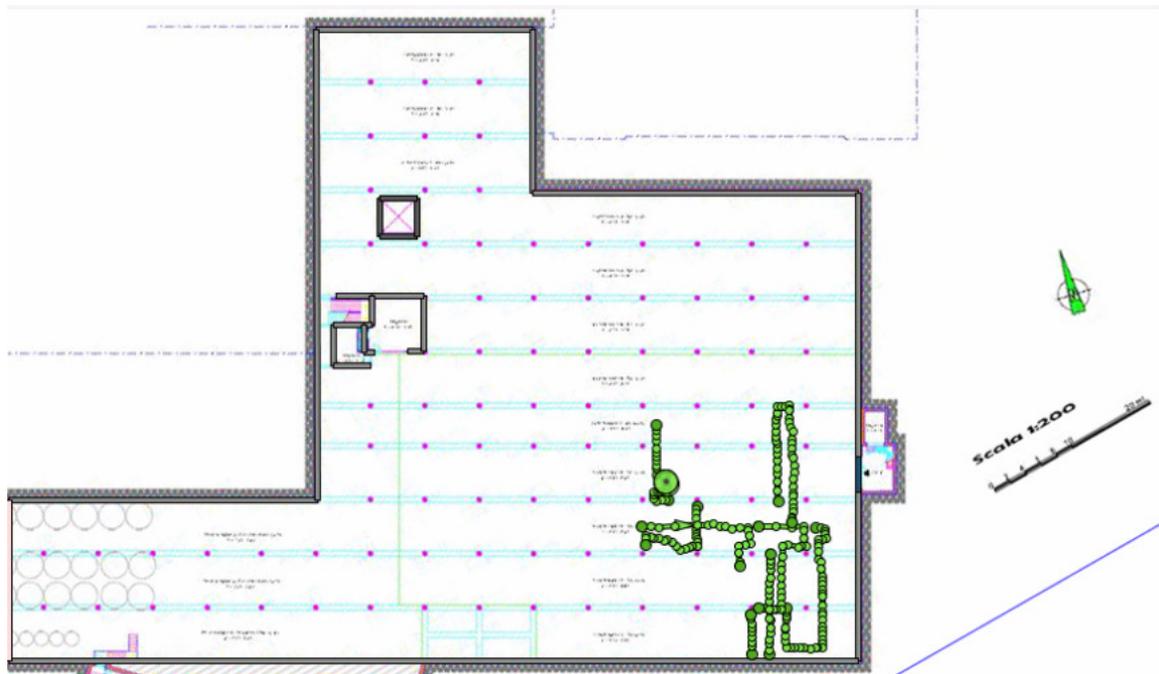
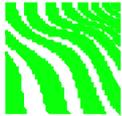


Figura 34: percorsi di calibrazione della barricaia

Il cui risultato in termini di mappatura delle differenze di segnale degli access point è il seguente (l'intensità del segnale è massima dove il verde è più intenso e diminuisce passando dal verde al rosso):

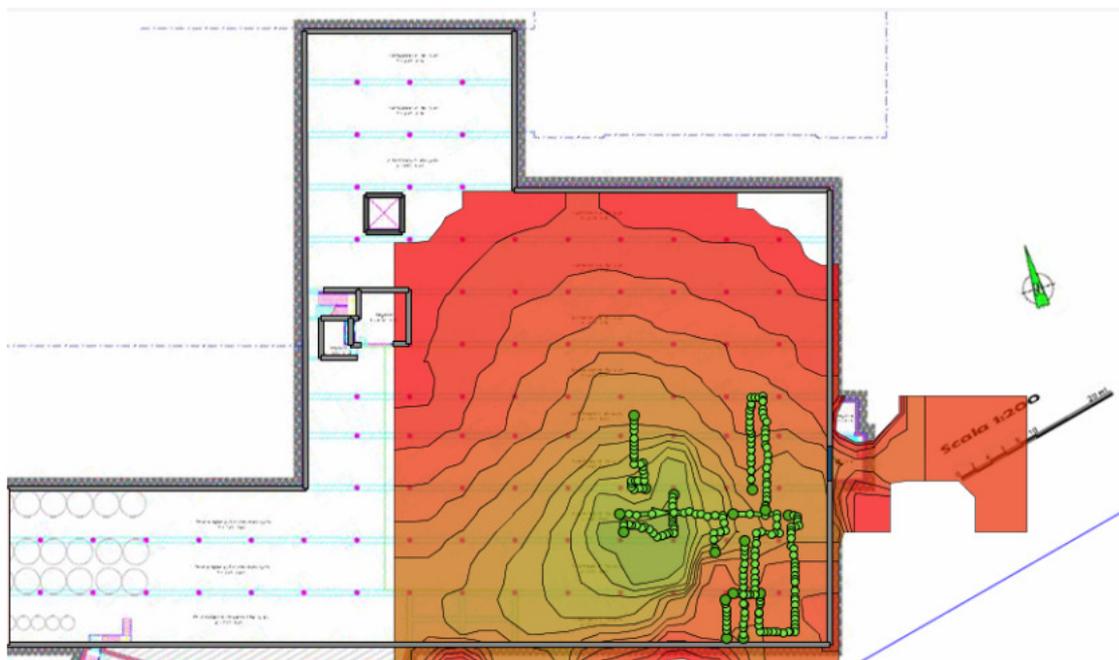
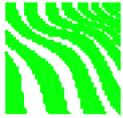


Figura 35: rappresentazioni della densità di segnale in "barricaia"

Importante è stata anche la velocità di spostamento nella fase di calibrazione; il software di Site Survey fornisce utili informazioni sul tempo impiegato dal sistema per la scansione di tutti gli AP; se la velocità è troppo



AGRICONSULTING S.p.A.

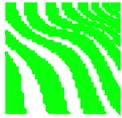


elevata, il sistema non ha il tempo necessario per l'acquisizione dei dati e di conseguenza l'accuratezza peggiora poiché sono si ha un numero di misurazioni sufficienti per la corretta valutazione della posizione.

Demo Live

Durante la sessione dimostrativa sono stati utilizzati dei tag, collocati in punti diversi della cantina, per verificare l'accuratezza del sistema di rilevazione.

Analogamente ai test effettuati in laboratorio, verranno di seguito mostrati i risultati ottenuti confrontando sempre la posizione reale segnata sulla piantina con quella rilevata dal sistema di geolocalizzazione, mostrando altresì la foto del tag effettivamente posizionato sulla botte da localizzare.



AGRICONSULTING S.p.A.



TEST 1

Posizione reale:

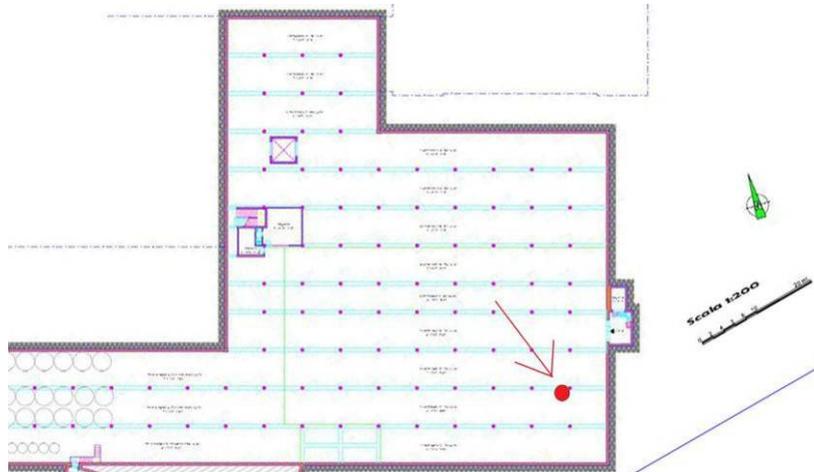
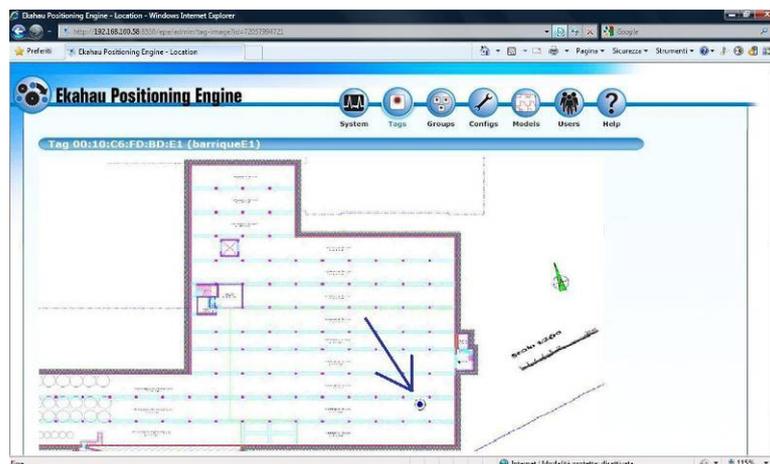
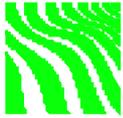


Foto:



Posizione rilevata:





AGRICONSULTING S.p.A.



CONSORZIO
TUSCANIA



TEST 2

Posizione reale:

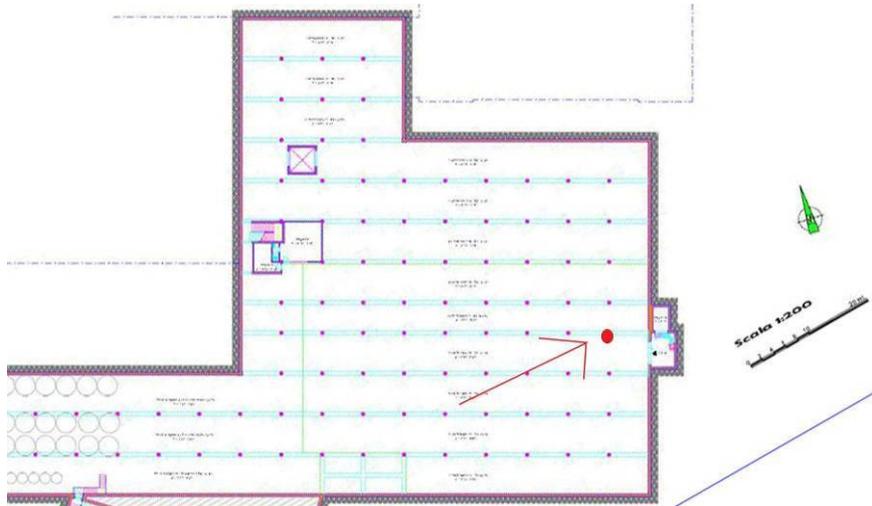
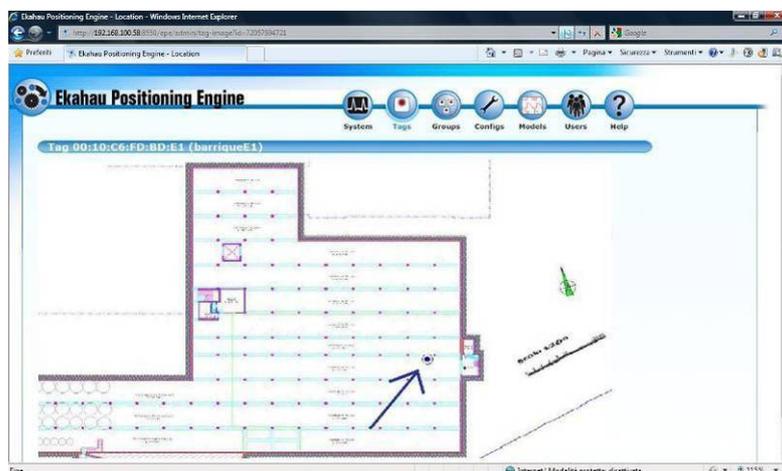
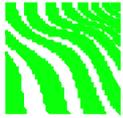


Foto:



Posizione rilevata:





AGRICONSULTING S.p.A.



CONSORZIO
TUSCANIA



TEST 3

Posizione reale:

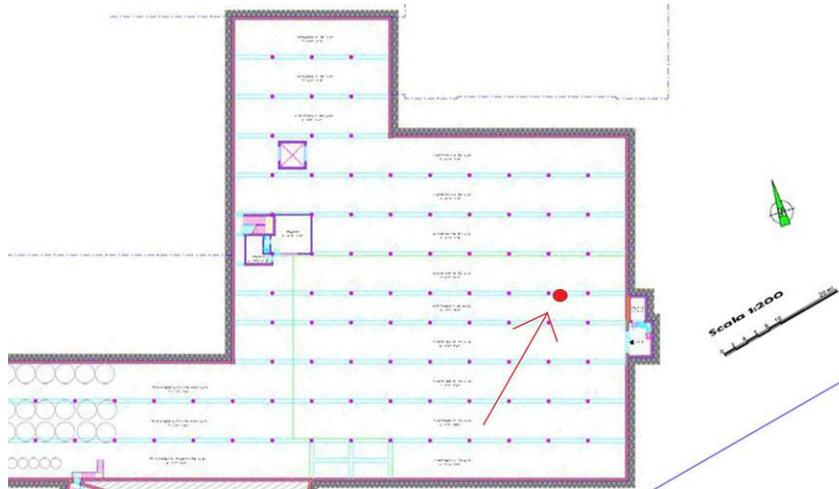
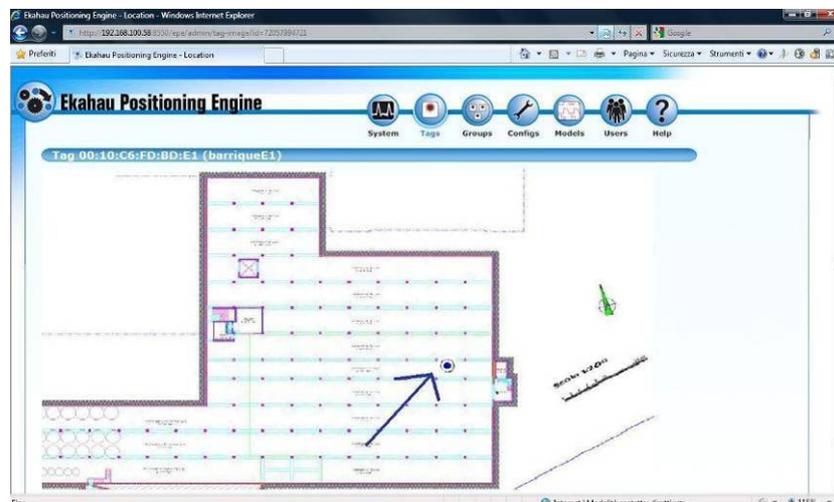


Foto:



Posizione rilevata:





AGRICONSULTING S.p.A.



8.4.2.3 Risultati sperimentali

Come si può notare dalle immagini, l'accuratezza ottenuta è stata molto soddisfacente.

Si parla al massimo di 2 metri di differenza fra la posizione reale e quella rilevata.

Per localizzare con certezza la posizione della botte all'interno del range (comunque ridotto) ottenuto, è stata anche mostrata la possibilità di far illuminare e suonare il tag desiderato in modo da localizzare immediatamente la botte con la massima certezza.

Si noti l'accuratezza anche a fronte di posizioni scelte relativamente vicine.

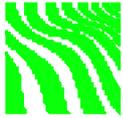
La dimostrazione è stata effettuata esclusivamente per dare un'idea sugli utilizzi del sistema di RTL e delle funzioni a supporto della ricerca.

Senza dubbio può essere migliorata o personalizzata a seconda delle esigenze, ottenendo in ogni caso maggiore accuratezza con il tempo necessario per effettuare una calibrazione ancora più precisa dell'ambiente.

L'applicazione, sfruttando il Position Engine, fornisce indicazioni accurate sul posizionamento del tag.

Si può sapere con certezza non solo se il tag si trova o meno nella cantina ma anche, come si è osservato, la posizione a meno di uno scarto piuttosto ridotto.

Come già citato in precedenza, l'utilizzo di led e buzzer influisce negativamente sulla durata della batteria ma, effettuando una calibrazione più dettagliata -con il tempo e tutto l'hardware necessario- sarebbe sicuramente possibile rilevare la posizione esatta della botte senza bisogno di alcuno avviso acustico o visivo.



8.5 Conclusioni

L'intero sistema Ekahau ha dimostrato interessanti funzionalità di localizzazione con livelli di precisione accettabili per applicazioni con basse richieste di sicurezza.

L'incremento di accuratezza nella localizzazione è stato sensibile: dai circa 10 m rilevati nelle prime prove a circa 1-2 m finali.

È possibile notare come il numero, e la modalità delle calibrazioni sia decisivo per le effettive prestazioni ottenibili dal sistema in esame.

L'esperienza maturata ha consentito di ottimizzare e di rendere efficaci sia le modalità di caratterizzazione che l'addestramento della rete di localizzazione.

L'accuratezza raggiunta è anche frutto di una precisa analisi degli obiettivi che volevano essere raggiunti; ciò ha portato a calibrare solamente le zone che interessavano scartando quelle che non erano rilevanti per il progetto.

Durante l'intera sperimentazione sono sempre stati valutati tutti gli eventuali ostacoli e le possibili riflessioni e rifrazioni del segnale.

Senza dubbio l'accuratezza raggiunta è legata al layout della cantina. Le modifiche al layout che comunque potrebbero modificare le rilevazioni sono quelle dovute a grossi spostamenti (lo spostamento di un intero castello di botti ad esempio). In futuro dovrebbe essere materia di analisi il confronto dell'accuratezza a fronte di forti cambiamenti del contenuto della cantina nel momento della rilevazione rispetto al momento della calibrazione (ammesso che il processo preveda tali grandi cambiamenti).

Il sistema di RTL proposto, studiato ed analizzato dovrà essere integrato con l'attuale sistema informativo di Ricasoli per essere efficacemente implementato ed inserito nel reale ciclo produttivo.

Per raggiungere questo obiettivo occorre compiere alcuni passi:

- Assegnazione di un identificativo univoco ad ogni tag. In vista di evoluzioni future occorrerà utilizzare i codici EPC²³ e al fine di aderire all'EPCglobal Network, sistema informativo che ha come obiettivo quello di identificare in modo semplice ed efficace le merci movimentate nella supply chain a livello di pallet, collo, fino alla singola unità di vendita al consumatore finale.

EPCglobal è joint venture senza scopo di lucro, fondata da GS1²⁴, che sviluppa e mantiene l'insieme di standard globali alla base del funzionamento dell'EPCglobal Network e guida l'adozione delle sue componenti.

Per portare avanti la sua missione, EPCglobal si avvale del lavoro di gruppi di esperti (aziende utenti e fornitori di tecnologie) che volontariamente contribuiscono allo sviluppo dei protocolli di comunicazione e delle interfacce del sistema EPCglobal Network.

In Italia EPCglobal è rappresentata da Indicod-Ecr.

- Predisposizione del sistema informativo alla gestione delle informazioni sui tag.

In particolare, si deve definire un'anagrafica con informazioni quali:

- id;
- indirizzo MAC;
- posizione x;
- posizione y;
- id modello;
- id mappa;
- id zona;
- livello batteria.

Si deve implementare nelle attuali applicazioni:

²³ Electronic Product Code

²⁴ Organismo internazionale che coordina la diffusione e la corretta implementazione dello standard GS1 in più di 100 paesi



AGRICONSULTING S.p.A.



- l'abbinamento tag-barrique:
 - si devono sviluppare procedure per ricavare quale tag è associato alla barrique;
 - si deve predisporre una tabella per l'abbinamento tag- barrique;
 - si deve modificare il tracciato record delle disposizioni per memorizzare l'abbinamento;
- la gestione della posizione dei tag:
 - si devono implementare nelle attuali applicazioni di gestione ed avanzamento della produzione delle funzioni per ricavare la corretta posizione del tag dal Position Engine;
- la gestione della manutenzione dei tag:
 - si devono implementare delle funzioni per controllare lo stato di vita delle batterie dei tag e programmare il ciclo di sostituzione;
- si devono predisporre delle zone dove eseguire le operazioni di accoppiamento/disaccoppiamento dei tag con le barriques.



9 Lettura delle bottiglie

L'identificazione di un collo lungo un tratto di linea produttiva (ad esempio un conveyor/rulliera metallica) è sicuramente una tra i processi più importanti non solo in ambito produttivo ma relativamente a tutta la supply chain.

È qui infatti che il tag (generalmente inserito in un'etichetta adesiva o nella struttura/packaging dell'imballo stesso) viene "applicato" al collo dal punto di vista fisico e "inizializzato" a livello informativo (con il seriale univoco EPC SGTIN²⁵) all'oggetto che identificherà nel corso della sua vita.

A livello operativo non si verificano le complessità di lettura che tipicamente si verifica nel caso del pallet²⁶, poiché innanzitutto la distanza di lettura è significativamente inferiore e il volume di prodotto da irradiare con le antenne è assai più ridotto: infatti a parità di potenza erogata dall'antenna, la densità di campo elettromagnetico che si viene a formare è maggiore se il volume da coprire è più piccolo e quindi è più probabile che il tag accumuli l'energia necessaria per rispondere. In seconda battuta perché si tratta di identificare e/o scrivere per lo più un singolo tag (quello del collo) che generalmente viene applicato sul lato rivolto all'antenna posta in prossimità della linea e quindi senza la possibilità di schermature accidentali.

Sono tuttavia molto più accentuati i disturbi derivanti dallo specifico contesto in cui la lettura viene effettuata così che risulta indispensabile sia predisporre una taggatura del collo efficace sia combinare adeguatamente, caso per caso, i fattori tecnologici del sistema RFID.

La velocità è sicuramente uno dei fattori di processo che ha messo alla prova l'implementazione dell'RFID sulle linee produttive attuali.

Dal punto di vista pratico è possibile focalizzare l'attenzione su un sottoinsieme di fattori sperimentali monitorando le performance di lettura del sistema RFID in termini di *read rate* al variare del set-up di ciascuno di essi.

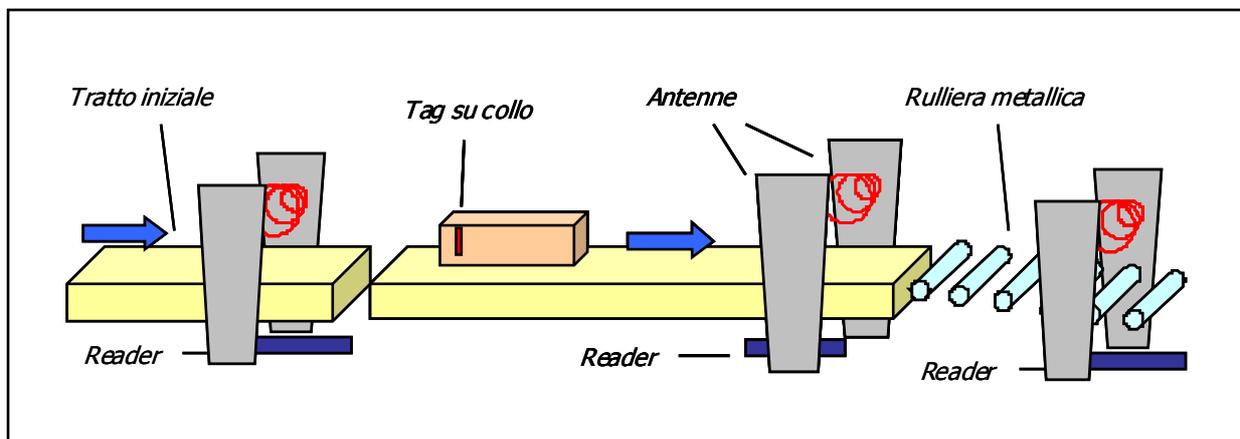


Figura 36: layout di un conveyor con alcuni posizionamenti "tipo" delle antenne

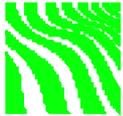
In particolare in questa sezione parleremo degli effetti determinati dal processo e dal contesto in cui il collo viene identificato, facendo riferimento a quanto sperimentato in laboratorio.

Si riassumono di seguito le variabili più importanti individuate:

1. TRATTO della linea
2. SEPARAZIONE del tag dalle parti metalliche
3. DISTANZA antenna-collo (antenna-tag)
4. ALTRI FATTORI (configurazione antenne, velocità di traslazione, ecc.)

²⁵ Serial Global Trade Item Number (ved. Paragrafo 1-2).

²⁶ A meno di non riferirci a un processo di verifica di tutti gli imballi primari contenuti in un collo qualora fossero numerosi, di piccole dimensioni e caratterizzati da una presenza consistente di metalli e/o liquidi.



È importante sottolineare da subito che i valori misurati sono strettamente legati allo specifico ambiente sperimentale in cui sono state svolte le prove. Questo, tuttavia, non pregiudica il loro valore metodologico e la loro generalizzazione.

Il varco sulla rulliera metallica in laboratorio è stato realizzato con delle antenne Impinzi, progettate appositamente per questo tipo di situazioni: tali antenne sono state montate come in Figura 27.

Il nome di queste antenne è Guardwall e hanno un range di lettura fino a 3 metri. La loro dimensione è 70 x 40 x 10 cm, con guadagno in campo lontano²⁷ di 6Dbi (guadagno dell'antenna supposto che possa irradiare isotropicamente nello spazio, ossia in maniera uguale in tutte le direzioni).

Inoltre in campo lontano si viene a definire la densità di potenza (S) in Watts per metro quadrato (W/m²) che si viene a formare. Tali antenne hanno la caratteristica di creare un campo di lettura ben definito e confinato all'interno del volume formato dalle due antenne poste l'una di fronte all'altra. La potenza di uscita del lettore Impinzi Speedway è stata di 2W.



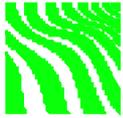
Figura 37: varco Impinzi sulla rulliera

Il fenomeno di non lettura, quando presente, è principalmente imputabile all'effetto riflessivo causato dalle superfici metalliche sui segnali RF trasmessi, infatti l'ultimo tratto di conveyor è di fatto costituito interamente da rulli metallici.

La riflessione del campo elettromagnetico determina dei "buchi di lettura" (reading holes), cioè delle regioni di spazio in cui l'energia del campo è molto scarsa. Se il tag, nell'attraversare il campo elettromagnetico, permane solo in queste regioni non riuscirà a caricarsi sufficientemente, cioè non risponderà all'interrogazione del reader.

Questo effetto è molto critico poiché può manifestarsi in modo più o meno intenso variando la posizione e l'orientamento del tag o del collo anche di pochi centimetri.

²⁷ Regione di spazio, sufficientemente lontano dalla sorgente, nella quale il campo elettromagnetico ha distribuzione con caratteristiche di onda piana, ovvero c'è una relazione costante tra campo magnetico e campo elettrico.



Dal momento che i colli dei prodotti testati sono tutti diversi tra loro, il tag di ciascuno si trovava in posizioni spaziali diverse che, evidentemente, non presentavano la stessa intensità di campo elettromagnetico, e quindi di energia. Contesti ricchi di metallo possono enfatizzare così tanto questo effetto che, talvolta, valori di potenza troppo elevati possono addirittura essere peggiorativi dal momento che, oltre a non risolvere il problema, può manifestarsi di frequente l'identificazione simultanea di altri colli in transito (sia precedenti sia successivi).

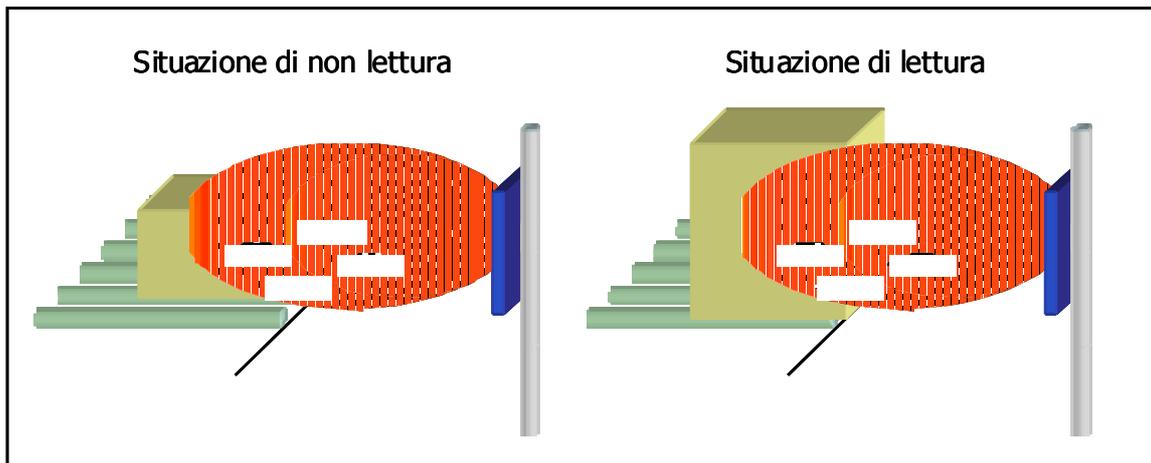


Figura 38: impatto della riflessione metallica sulla lettura di prodotti diversi

La distanza del tag dalle superfici metalliche è sicuramente il principale intervento da attuare qualora l'effetto riflessivo fosse di prossimità come tipicamente accade quando il tag si trova posizionato in un punto del collo molto vicino al piano di scorrimento del nastro. A titolo di esempio esponiamo quanto verificato in alcuni test nel tratto 1 della linea presente in laboratorio.

Prima di procedere è importante sottolineare come il risultato ottenibile dipenda fortemente dal tipo di oggetto/bene considerato e dalle criticità intrinseche che comporta.

Interventi di rivestimento delle superfici metalliche vicine all'area di lettura con materiali dielettrici di tipo "assorbente", ovvero materiali non conduttivi elettricamente che abbiano scarsa capacità di riflettere le onde elettromagnetiche, potrebbero ad esempio determinare una riduzione degli effetti di riflessione all'interno dello spazio di lettura. In questo caso l'efficacia dell'intervento può essere accertabile non solo monitorando l'aumento del valore e della stabilità dei tassi di lettura dei prodotti, ma anche conducendo delle misure di tipo elettromagnetico con specifiche apparecchiature.

Un'altra variabile molto importante e talvolta difficilmente controllabile perché legata al processo è rappresentata dalla distanza antenna-collo (e quindi antenna-tag).

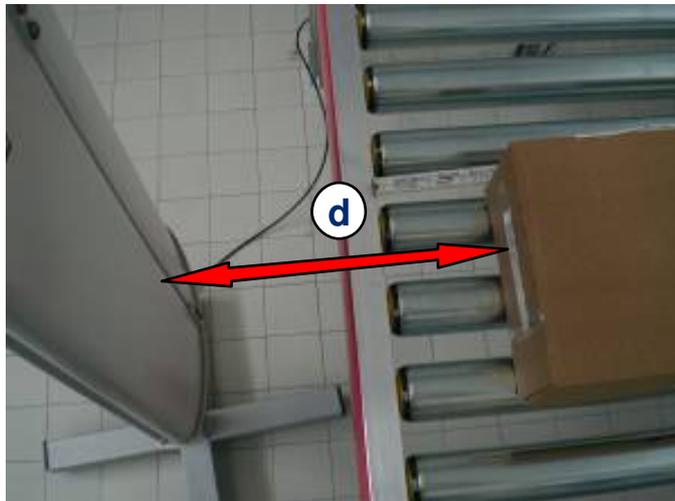


Figura 39: il fattore distanza tag-antenna

Un'ulteriore aspetto da considerare è il trade-off tempo/potenza (rappresentato nella seguente immagine). Come è noto al crescere della distanza del tag da un'antenna il valore della potenza trasmessa al tag diminuisce poiché si apre il cono di lettura e quindi la porzione di spazio (a parità di tempo) utile alla lettura. È necessario pertanto verificare sperimentalmente nello specifico processo (e per lo specifico prodotto) quanto questa variabilità incida sulle prestazioni di lettura del tag ed individuare, qualora emergano delle informazioni significative, i possibili interventi migliorativi.

Tale aspetto è importante anche per il caso delle botti e delle bottiglie di vino: nel caso delle botti, la maggiore distanza tra tag e antenna apre maggiormente il cono di lettura e la potenza trasmessa al tag è minore, mentre nella lettura delle bottiglie sul conveyor, le antenne GuardWall della Impinji sono posizionate a circa 60 cm e creano un campo confinato al loro interno di elevata intensità che ne determina l'ottima lettura.

Questo effetto potrebbe amplificarsi in particolare per valori di potenza piuttosto bassi (stabiliti ad esempio per contenere proprio eccessive riflessioni metalliche) in quanto l'allontanamento o l'avvicinamento del collo dall'antenna influirebbe sul già ridotto valore di densità di potenza presente nello spazio circostante il tag.

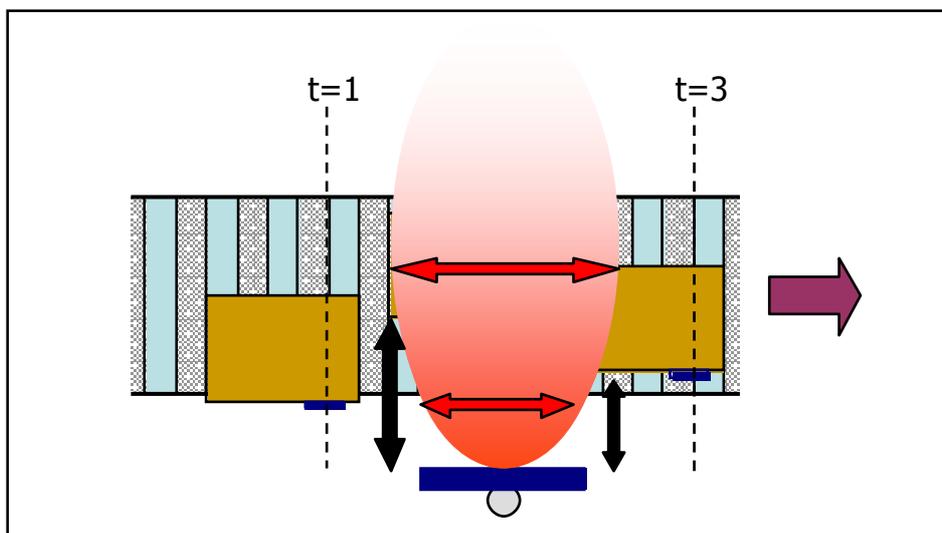
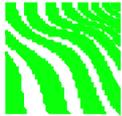


Figura 40: l'effetto del trade-off tempo/potenza sull'affidabilità della lettura



Esempio: Possibili soluzioni sul fine linea produttivo delle bottiglie di vino

1° Soluzione:

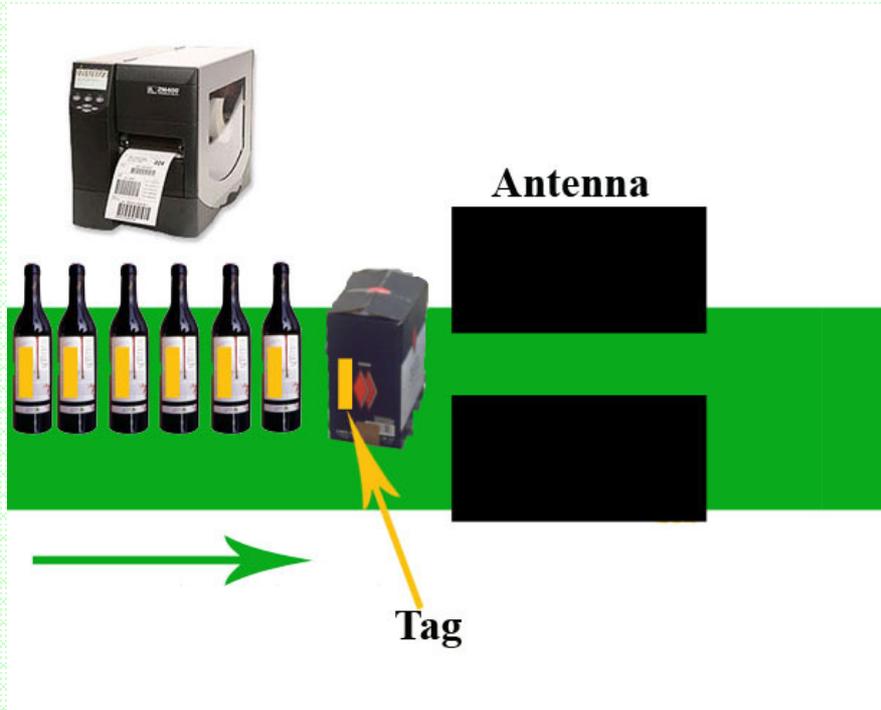
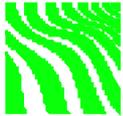


Figura A

Nella Figura A la stampante produce i tag che vengono applicati direttamente sia sulle bottiglie che sul cartone. Il passaggio del cartone attraverso il varco con 2 antenne permette la lettura contemporanea e quindi l'associazione automatica tra contenitore e contenuto.



2° Soluzione:

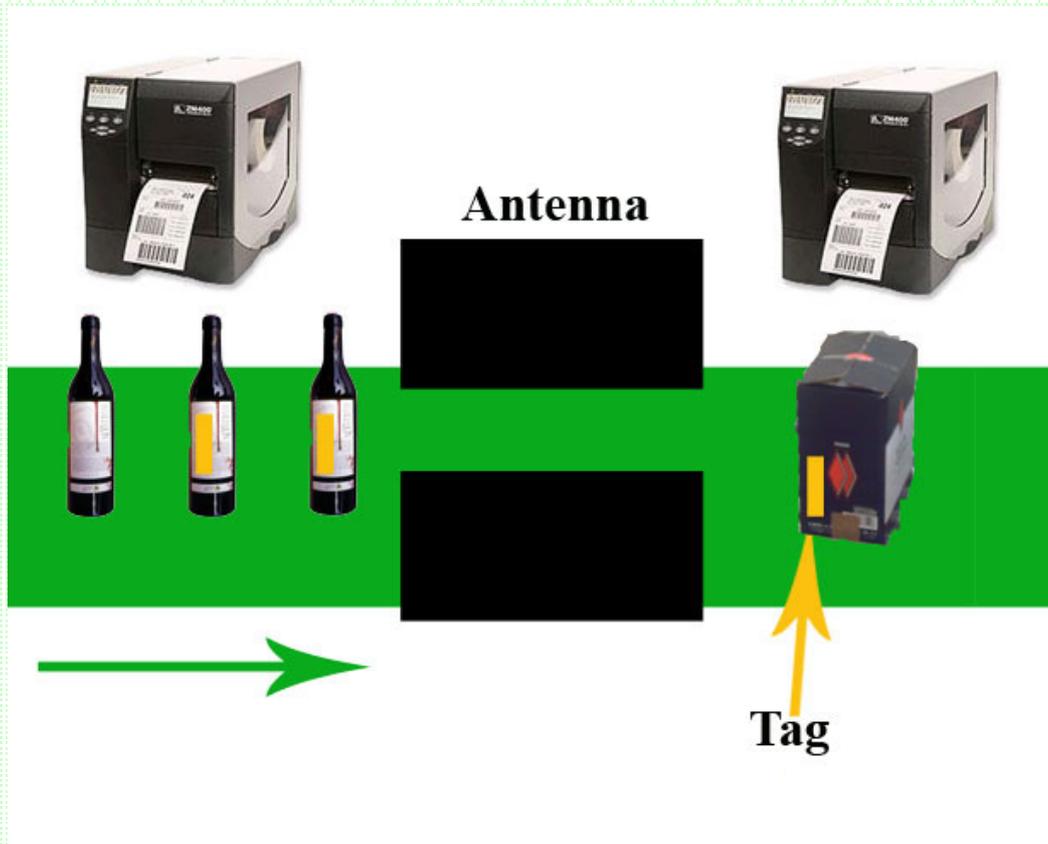


Figura B

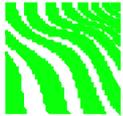
Nella soluzione illustrata in Figura B vengono utilizzate due stampanti: la prima stampante a sinistra produce i tag che vengono applicati sulla singola bottiglia. Le bottiglie vengono a loro volta fatte passare attraverso il varco con antenne per essere lette singolarmente. Solo a valle della lettura, una seconda stampante produce il tag per il cartone associandolo alle ultime 6 bottiglie lette.

Box 3: esempio di possibili soluzioni sul fine linea produttivo delle bottiglie di vino

9.1 Posizionamento del tag sulla bottiglia

Il nostro studio sulla scelta del tag e sul suo posizionamento sulla bottiglia, ha portato, come vedremo, a individuare il tag UH100 della LabId come il miglior candidato. La sua dimensione allungata, compatibile con la dimensione della bottiglia e la sua ottima percentuale di lettura sono state le caratteristiche che hanno fatto ricadere la scelta su di esso. E' chiaro che tale scelta è stata effettuata avendo come obiettivo di assicurare la massima percentuale di lettura automatica dei TAG su di una linea di imbottigliamento. Nel caso in cui invece si possa procedere alla lettura anche manualmente (ad esempio per vini di alto pregio prodotti in numero limitato), l'efficienza nella lettura assume una valenza inferiore ed il panorama dei tag utilizzabili diventa molto più ampio (ad esempio possono essere utilizzati tag più piccoli). Ciò posto sono state individuate 2 posizioni possibili per l'applicazione del tag sulla bottiglia:

- **Tag posto sul collo della bottiglia in posizione verticale** (Fig. 41 – Pos A): questa posizione ha il pregio di avere meno liquido vicino e di avere una distanza maggiore con gli altri tag nel momento in cui vengono posizionati insieme alle altre bottiglie nel cartone. Tale distanza garantisce un minore accoppiamento (mutuo) tra tag vicini.



- **Tag posto sulla pancia della bottiglia in posizione verticale** (Fig. 41 - Pos B): questa posizione ha il pregio essere facilmente applicabile e di essere sovrapposta alla normale etichetta presente sulle bottiglie. In compenso vi è maggiore presenza di liquido intorno alle etichette.

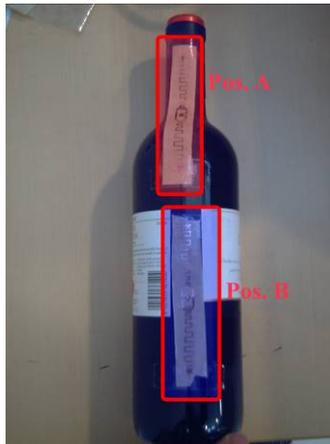


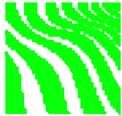
Figura 41: posizionamento dei tag sulla bottiglia

Il posizionamento del TAG sulla capsula, soluzione potenzialmente appetibile per funzioni di anticontraffazione (il tag si rompe con l'apertura della bottiglia e quindi non può più essere riutilizzato riempiendo nuovamente la bottiglia) è inadatto per un'applicazione automatizzata sia per un aspetto di standardizzazione che di lettura. Tale applicazione, se ritenuta comunque interessante, va eventualmente studiata ad hoc per ciascuna tipologia di capsula e bottiglia, trovando la combinazione ottimale fra una serie di elementi/vincoli: di packaging, di estetica, di fabbricazione delle capsule e soprattutto di funzionamento del sistema RFID. In particolare, essendo le capsule solitamente in alluminio (metallo) e quindi di un materiale che, come abbiamo visto, interferisce con i sistemi RFID, queste ultime necessitano di modifiche ed integrazioni al fine di potere ospitare e rendere efficace il funzionamento del tag. Ciascuna soluzione che comunque venisse trovata sarebbe specifica di quella capsula/bottiglia, non utilizzabile quindi in tutti gli altri casi.

9.2 Tipologia di tag

I tag utilizzati per le prove sulle bottiglie sono stati i seguenti:

Codice	Caratteristiche	Foto
UH100	Antenna :7.8 x 94 mm rame Chip : Impinji Dim. Inlay : 11.8 x 98 mm	
UH113	Antenna: 18 x 32 mm alluminio Chip :Impinji Dim. Inlay: 22 x 36 mm	



AGRICONSULTING S.p.A.



UH180	Antenna: 8 x 20 mm alluminio Chip :Impinji Dim. Inlay: 12 x 24 mm	
-------	---	--

Tabella 18: tipologie di tag testati

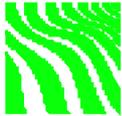
La scelta è ricaduta su questi 3 tipi di tag, in base alla dimensione, alle caratteristiche dichiarate dal costruttore e soprattutto dalla nostra esperienza di laboratorio maturata con questi tag.

Il tag nella condizione di applicazione sulle bottiglie può subire sollecitazioni meccaniche dovute alle altre bottiglie, alla conformazione della linea e dei mezzi di movimentazione.

Tali sollecitazioni possono portare al malfunzionamento del tag a causa di:

- Distacco del chip dall'antenna
- Rottura del chip del tag

Per aumentare la resistenza meccanica è possibile utilizzare un film protettivo da applicare sopra il chip del tag (integrabile nell'etichetta) che attutisca le sollecitazioni esterne mantenendo il tag funzionale oppure una goccia di resina (di difficile automazione).



Esempio: Il TAG

Il tag è il supporto RFID finito, che viene utilizzato nell'applicazione.

È costituito da un inlay, che è l'elemento elettromagnetico (circuito integrato opportunamente connesso all'antenna), inserito in un supporto o contenitore, che può essere di vari tipi: dall'etichetta adesiva al biglietto cartaceo, dal formato card ai vari tipi di prodotti robusti e riutilizzabili su supporti plastici. In Figura A un esempio di inlay applicato su un'etichetta autoadesiva.



Figura A

Gli inlay sono disponibili nei seguenti formati:

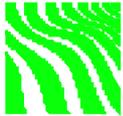
- inlay (o inlet) - a web continuo, è un prodotto semi-lavorato che può essere convertito in biglietto, etichetta, badge ecc.
- wet inlay - a web fustellato ed adesivizzato
- etichette adesive, biglietti, badge - a web fustellato, è un prodotto finito (carta o altro materiale)

Normalmente i tag autoadesivi sono forniti su rotolo con il solo inlay oppure possono essere inseriti in fase di produzione dentro l'etichetta adesiva stessa (Figura B), con un conseguente aumento dei costi.



Figura B

Box 4: esempio di tag da posizionare sulle bottiglie



9.3 Considerazioni sul collo di bottiglie

I test sulle bottiglie sono stati fatti al fine di leggere i tag posti sulle singole bottiglie all'interno del cartone contenente 6 bottiglie. Si sono utilizzati 2 tipologie di cartoni, il primo che scorre sulla rulliera tenendo le bottiglie parallele al piano della rulliera (Fig. 42) e un secondo che invece pone le bottiglie perpendicolari al piano della rulliera (Fig. 43).

Oltre al tag sulla singola bottiglia è stato posto un tag sul cartone per la sua identificazione al passaggio nel varco sulla rulliera.



Figura 42: bottiglie parallele al piano delle rulliera



Figura 43: cartone con bottiglie perpendicolari al piano della rulliera



9.4 Allineamento dei tag all'interno del cartone

La disposizione delle bottiglie (e quindi dei tag) nel cartone sono state fatte in maniera tale da avere i tag rivolti sempre verso l'interno della scatola. Questa condizione è stata ritenuta la più critica, in maniera tale che i risultati di lettura ottenuti potevano essere confrontati nei diversi passaggi e valutati sempre nel caso meno favorevole per la lettura.

9.5 Analisi dei risultati

I risultati dei test effettuati sulle bottiglie hanno mostrato come il varco formato dalle antenne Guardwall della Impinji e montato sulla rulliera metallica ha permesso un'ottima performance di lettura dei tag poste sulle 6 bottiglie presenti nel cartone. Le prestazioni migliori sono state offerte dal tag UH100 come mostrato nel paragrafo 10.1, con un 100% di lettura del tag. Tutte le letture sono avvenute nelle condizioni operative più sfavorevoli per l'accoppiamento tag-antenna: ciò significa che i tag applicati sulle bottiglie erano tutti rivolti verso l'interno del cartone ed accoppiati a due a due.

9.5.1 1° Prova: Bottiglie con tag UH100

Le prove di lettura effettuate con le bottiglie hanno previsto 5 passaggi con tutti e 13 i tag (2 per bottiglia + il tag sul cartone) applicati contemporaneamente. I risultati sono sintetizzati nelle successive tabelle:

- Tab 19 passaggi con tag UH100
- Tab 20 passaggi con tag UH113
- Tab 21 passaggi con tag UH180

Letto		Impinji + Antenne Guardwall				
Tag		UH100				
Bottiglia	Pos	Prova.1	Prova.2	Prova.3	Prova.4	Prova.5
1	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
2	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
3	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
4	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
5	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
6	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
Cartone	-	X	X	X	X	X

**Tabella 19: reader : IMPINJI, X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x-esimo passaggio
Pos C: tag sul collo della bottiglia, Pos P: tag sulla pancia della bottiglia**

Le stesse prove sono state effettuate variando la posizione del cartone del vino rispetto all'antenna, in particolare:

- Lato lungo del cartone parallelo all'antenna;
- Lato corto del cartone parallelo all'antenna;
- Bottiglie perpendicolari al piano del rullo;
- Bottiglie parallele (sdraiate) sul piano del rullo.

In tutte queste situazioni le percentuali di lettura sono sempre state le stesse, pari al 100%.



9.5.2 2° Prova: Bottiglie con tag UH113

Lettore		Impinji + Antenne Guardwall				
Tag		UH113				
Bottiglia	Pos	Prova.1	Prova.2	Prova.3	Prova.4	Prova.5
1	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
2	C	-	X	-	-	-
	P	-	-	-	-	-
3	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
4	C	-	-	-	-	-
	P	X	-	X	X	X
5	C	X	X	-	X	X
	P	-	-	-	-	-
6	C	X	X	X	X	X
	P	X	X	X	X	X
Cartone	-	X	X	X	X	X

**Tabella 20: reader : IMPINJI, X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio
Pos C: tag sul collo della bottiglia, Pos P: tag sulla pancia della bottiglia**

OSSERVAZIONI:

Questo tipo di tag garantisce una percentuale di lettura in media di 9 su13, e comunque non affidabile, perchè a seconda del posizionamento delle bottiglie nel cartone la lettura cambiava. In tutte le prove effettuate con il tag UH113 non si è mai ottenuto il 100% di letture.

9.5.3 3° Prova: Bottiglie con tag UH180

Lettore		Impinji + Antenne Guardwall				
Tag		UH180				
Bottiglia	Pos	Prova.1	Prova.2	Prova.3	Prova.4	Prova.5
1	C	-	-	-	-	-
	P	-	-	-	-	-
2	C	-	-	-	-	-
	P	-	-	-	-	-
3	C	-	-	-	-	-
	P	-	-	--	-	-
4	C	-	-	-	-	-
	P	--	--	-	-	-
5	C	-	-	-	-	--
	P	-	-	-	-	-
6	C	-	-	-	-	-
	P	-	-	-	-	-
Cartone	-	X	X	X	X	X

**Tabella 21: reader : IMPINJI, X = tag letto, - = tag NON letto, Pass. x = x_esimo passaggio
Pos C: tag sul collo della bottiglia, Pos P: tag sulla pancia della bottiglia**

OSSERVAZIONI:

Il tag UH180 non è adatto a questo tipo di applicazione in quanto la percentuale di lettura dei tag sulle bottiglie è dello 0%. Solo il tag posto sul cartone è stato correttamente letto ad ogni passaggio.



10 Analisi del pallet

Legato al tema dell'orientamento dei colli rispetto alla direzione di avanzamento vi è quello relativo agli effetti che la presenza di più colli vicini tra loro in un pallet può generare sulle prestazioni dei tag. Per motivi di spazio e di stabilità del carico di un pallet, i colli di più file o strati possono essere infatti disposti lungo entrambe le direzioni di avanzamento generando ulteriori fattori di variabilità nella scelta del tag e del relativo posizionamento sul collo.

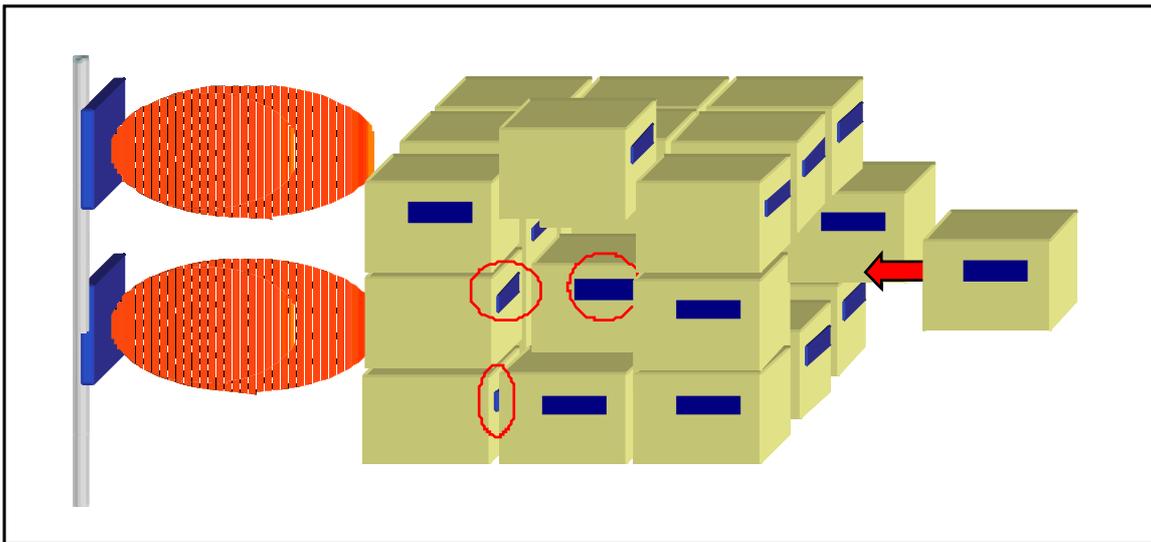


Figura 44: tipiche situazioni di adiacenza tra colli in un pallet

Come riportato nello schema seguente, si possono individuare principalmente tre tipologie di adiacenza:

- la prima è relativa alla possibilità che tag troppo vicini tra loro (nel caso peggiore a contatto) si disturbino a vicenda a causa di effetti di interferenza;
- la seconda invece concerne i disturbi che un tag può subire a causa della criticità dei materiali che costituiscono i colli vicini;
- la terza, infine, si riferisce al caso in cui i colli (e quindi i tag) si trovino prevalentemente immersi nel pallet senza la possibilità di esporre almeno un lato in aria libera.

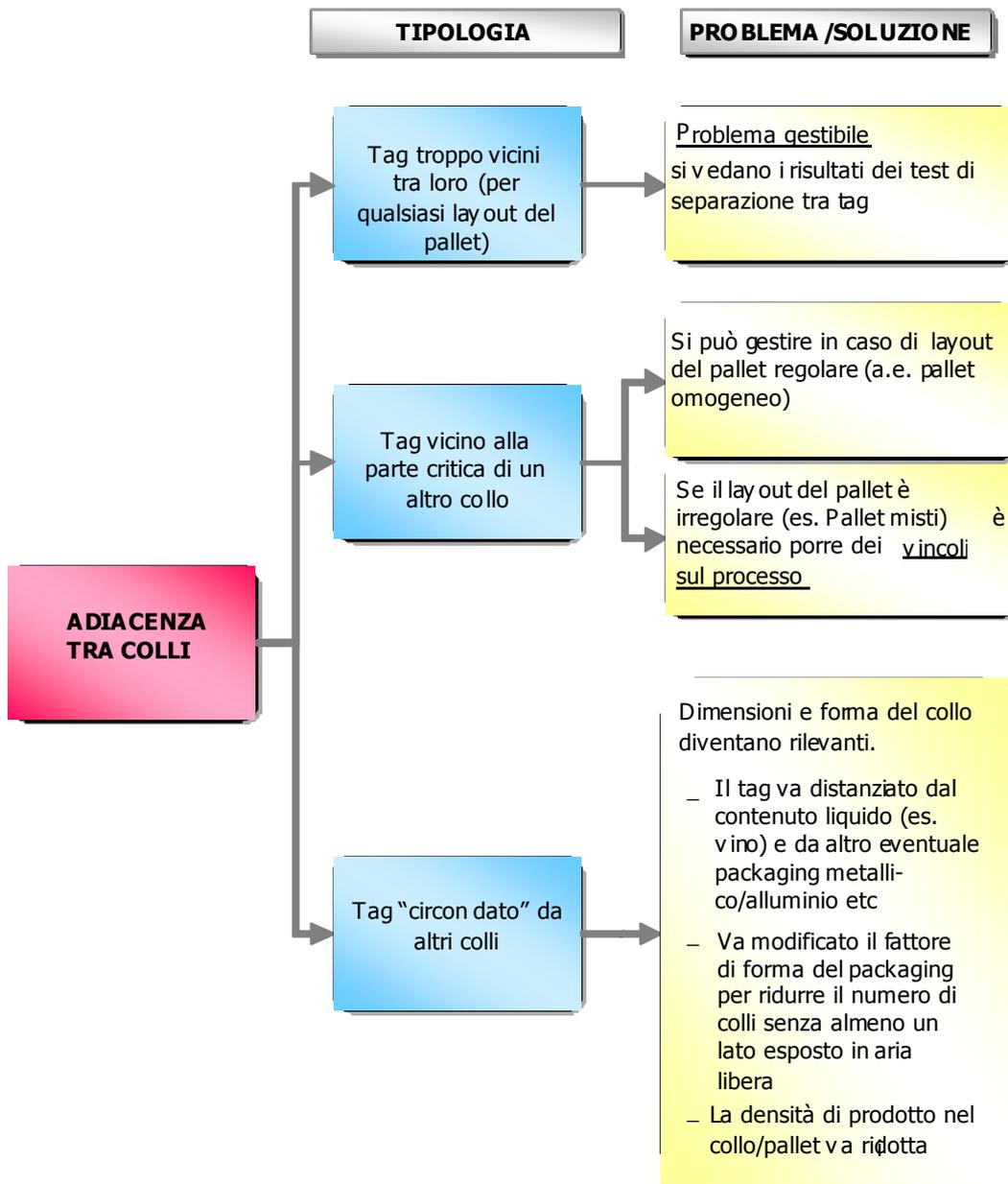
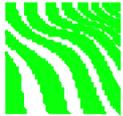


Figura 45: schema riassuntivo del problema di adiacenza tra colli

La prima tipologia di adiacenza si può di fatto ritenere un problema facilmente risolvibile. Conducendo dei test di separazione tra tag si è potuto verificare come il fenomeno di interferenza non sia critico, a meno di aumentare troppo le distanze dalle antenne del reader (nessun modello di tag è più sovrapponibile ad una distanza di lettura superiore ai 3 metri). In alcuni casi sporadici (pensiamo ad esempio alle piccole confezioni dei farmaci), tuttavia, potrebbe essere importante prevedere particolari orientamenti del tag per ridurre ulteriormente il fattore di rischio. Un esempio è l'applicazione di tipo diagonale riportata in figura 46 (con sovrapposizione "a croce") tale per cui anche nelle peggiori delle ipotesi i tag si vengano a trovare sovrapposti solo in corrispondenza del chip.

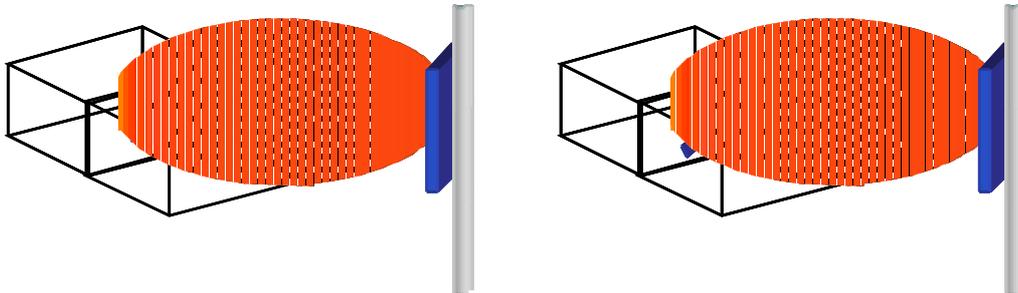
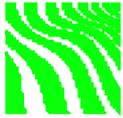


Figura 46: esempio di colli adiacenti con tag (dipoli) sovrapposti

La situazione descritta ovviamente è valida principalmente per i dipoli, in quanto i tag omnidirezionali garantiscono una maggiore efficacia qualora vi fosse una loro sovrapposizione, dovuto appunto all'adiacenza. In tabella sono riportati alcuni risultati ottenuti in alcuni test di caratterizzazione condotti sui singoli tag. Come si può vedere i tag omnidirezionali, a differenza di quelli dipolo, risentono molto meno dell'interferenza reciproca, soprattutto al crescere della distanza dall'antenna, tanto che più di qualche tag può essere sovrapposto. Da notare che il tag omnidirezionale, però, comporta un costo più elevato rispetto ad un normale dipolo pur garantendo prestazioni maggiori.

Nel caso invece delle altre due tipologie di adiacenza gioca un ruolo particolarmente rilevante la modalità dell'allestimento del pallet, ovvero la disposizione dei colli. Layout ordinati nei diversi strati che facilitano ad esempio l'esposizione del tag all'esterno del pallet o comunque non a diretto contatto l'uno con l'altro all'interno del pallets. Sono generalmente i più favorevoli per l'identificazione massiva e permettono maggiormente di contenere eventuali criticità legate alle specifiche caratteristiche di prodotto di ciascun collo.

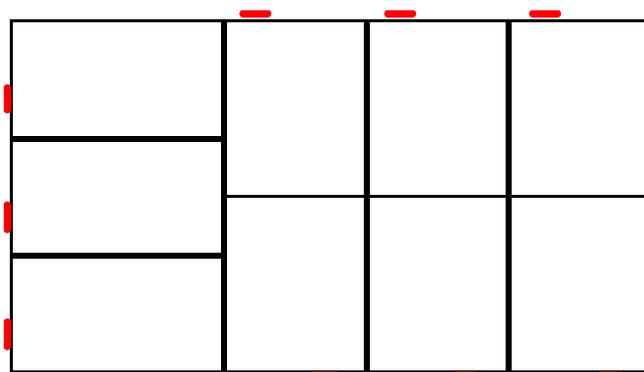


Figura 47: esempio di layout favorevole

Riteniamo configurazioni più complesse invece quelle con un maggiore grado di casualità (o scarsa automazione) nel loro allestimento (cfr. i pallet misti) e quelle che, seppur con colli disposti nei vari strati in modo potenzialmente con numerosi tag posti all'interno del pallet (ovviamente la numerosità dei tag rivolti verso l'interno dipende dalla dimensione dei singoli colli, dalle regole di stabilità del pallet, dal coefficiente di saturazione e dalla stratificazione del pallet, ecc). Sono generalmente le più sfavorevoli per l'identificazione massiva specialmente dal momento che le caratteristiche di ciascun prodotto possono influenzare maggiormente le performance del tag.

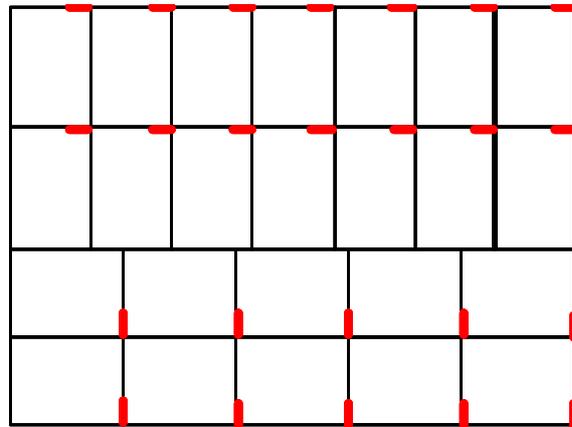
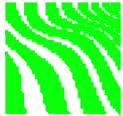


Figura 48: esempio di layout "meno" favorevole

Configurazioni di questo tipo, che quindi distribuiscono molti tag all'interno del pallet (facilmente riscontrabili nella realtà) aumentano notevolmente la probabilità di non identificare tutti i tag, e quindi tutti i colli, soprattutto quando la loro numerosità aumenta e le caratteristiche di prodotto sono particolarmente "RFID hostile" (come ad esempio liquidi e metallo).

Nel caso dei pallet misti generalmente la composizione è lasciata all'esperienza dell'operatore che, dovendo ottimizzare il carico in termini di peso, volume, stabilità, nel minor tempo possibile non è detto riesca sempre a porre la giusta attenzione anche al posizionamento dei colli taggati. Qualora capitassero infatti colli adiacenti tra di loro o colli con liquido/metallo in prossimità/a contatto, si verificherebbero situazioni davvero critiche ai fini dell'accuratezza di lettura.



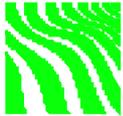


Figura 49: pallettizzazione dei cartoni di vino

Le considerazioni da noi effettuate sono state svolte in base alla situazione descritta in Figura 36 che mostrano lo schema di pallettizzazione utilizzato per assemblare i cartoni del vino.

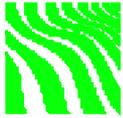
Si noti inoltre che in una modalità di identificazione "massiva", in cui cioè si cerchi di identificare contemporaneamente molti colli, la stessa posizione diventi la più critica. Infatti ora il tag sul tappo risentirà moltissimo del liquido contenuto sia nelle bottiglie situate allo strato superiore sia in quelle poste lateralmente e questo potrebbe implicare la necessità di rivedere anche il tipo di tag necessario per identificare i colli più interni o, addirittura, lo schema di allestimento del pallet.

È in questi casi più frequente il ricorso a tag omnidirezionali che, anche se posti all'interno del pallet, offrono anche una maggiore probabilità sia di ricevere che di trasmettere il segnale ben oltre i fardelli adiacenti. Ovviamente anche a livello pallet le scelte di processo (come ad esempio la modalità di movimentazione) devono essere prese in considerazione in quanto potrebbero inficiare le scelte tecnologiche (come ad esempio la scelta del tag) e di prodotto (come ad esempio le scelte di allestimento del pallet). Tutti questi fattori sono collegati tra loro e si possono influenzare notevolmente sia in fase operativa sia nella progettazione delle diverse componenti.

A seconda di come viene effettuata la movimentazione in corrispondenza del punto di lettura in radiofrequenza il liquido coprirà in modo più o meno permanente il punto di applicazione del tag determinando una riduzione sia dell'accuratezza (numero di tag identificati sul totale) che dell'affidabilità del *read rate* (numero medio di letture per tag). Pensiamo ad esempio al caso di una movimentazione molto brusca con carrello, piuttosto che una rotazione del pallet durante la filmatura dove molte sono le vibrazioni che la pedana può trasmettere a tutti i colli e quindi al liquido contenuto.

È evidente quindi come la taggatura di un collo non possa ridursi ad una mera scelta tecnologica.

Le numerose variabili in gioco impongono di considerare tutti i fattori che possono concorrere ad un miglioramento del risultato atteso, sia esso inteso in termini di affidabilità della tecnologia, di costi correnti / di investimento (per l'acquisto della tecnologia e la modifica dei prodotti o dei processi) o di impatto per i diversi nodi della filiera.



11 Valutazioni economiche

11.1 I confini dell'analisi

Per il progetto in essere, è stato preso in considerazione un solo nodo dell'intera supply chain, la cantina, nella quale confluiscono le uve da parte dei fornitori a monte, avvengono i processi di trasformazione delle stesse e la produzione del vino che una volta imbottigliato è distribuito, secondo diverse modalità, ai propri partner commerciali. Le sperimentazioni e la relativa valutazione economica, come già anticipato nel capitolo introduttivo, si concentrano in particolare sui processi di utilizzo delle barrique e sui processi di logistica in uscita.

11.2 La definizione dello scenario tecnologico considerato

Gli scenari tecnologici presi in considerazione per la valutazione sono due:

- **Scenario AS IS:** vuole rappresentare l'attuale situazione presente in azienda. Da questo punto di vista si rileva che le aziende facenti parte del Consorzio Tuscania che promuove il presente progetto sono eterogenee tra di loro. Nessuna di queste utilizza tecnologie in radio-frequenza sulle barrique per la rilevazione automatica dei dati ad essi relativi e per la gestione della barriera e dei magazzini e nemmeno sulle bottiglie/cartoni (molte di esse utilizzano invece in quest'ultimo caso il bar-code). Alcune aziende invece, soprattutto le più grandi in termini dimensionali, presentano strutture altamente automatizzate sia per la gestione dei magazzini che per la gestione dei prodotti e delle attrezzature atte alla produzione.
- **Scenario EPC/RFID:** vuole rappresentare lo stato nel quale la tecnologia RFID in standard EPC è utilizzata per identificare le barrique e le bottiglie di vino nella parte di logistica in uscita. Si sottolinea che essa può convivere con gli altri sistemi di identificazione dei prodotti presenti nel nodo analizzato ma che, se utilizzata in standard EPC, necessita di una codifica delle referenze standardizzata e non proprietaria. Questo scenario tecnologico prevede:
 - un'infrastruttura hardware, ovviamente, basata sulla radio-frequenza ed adeguata alle necessità degli stabilimenti. Si potrà verificare la possibilità di scelta di brandeggiabili in alternativa a varchi fissi; il loro utilizzo risulta, infatti, intercambiabile;
 - i tag utilizzati lungo la supply chain sono di tipo passivo e consentono l'immagazzinamento di informazioni che possono essere centralizzate in un'infrastruttura di rete alla quale è possibile accedere tramite internet/EPC. Nel capitolo è stata presa in considerazione anche la soluzione che prevede l'utilizzo di tag attivi (geolocalizzazione delle barriques), una sorta di "optional", ma lo scenario base di riferimento prevede l'utilizzo di tag passivi;
 - la frequenza operativa assunta come riferimento nel presente studio è del tipo UHF, che è quella maggiormente studiata e sperimentata per le applicazioni EPC, tanto più che il nuovo standard di EPCGlobal, l'UHF Generation 2, si prevede convergerà in uno standard ISO;
 - un'infrastruttura software che raccoglie, immagazzina, archivia e comunica i dati letti mediante l'infrastruttura hardware. Si rende necessario presupporre, infatti, per le modalità secondo le quali è costruita l'infrastruttura EPC, che la trasmissione dei dati tra i diversi nodi della filiera avvenga in formato elettronico.

11.3 La valutazione dei costi e dei benefici

L'obiettivo delle attività di valutazione dei costi e dei benefici di un progetto di implementazione della tecnologia RFID è quello di consentire alla platea delle aziende partecipanti al progetto di capire il costo della soluzione in termini di investimento iniziale e di gestione/manutenzione. Relativamente alla descrizione dei bene-



AGRICONSULTING S.p.A.



fici ottenibili dall'utilizzo della tecnologia, essi si declinano numericamente in quantità diverse a seconda delle caratteristiche dimensionali e di automazione di ogni organizzazione interessata.

11.3.1 La valutazione dei benefici di efficienza

I benefici legati all'efficienza dei processi svolti con l'ausilio della tecnologia EPC/RFID sono studiati sulle singole attività che li compongono.

La valutazione di questo tipo di opportunità abilitate dall'utilizzo della tecnologia in radiofrequenza è effettuata mediante un confronto quali-quantitativo tra i processi svolti negli scenari tecnologici presi a riferimento. In particolare, per il presente progetto, si mettono a confronto lo scenario AS-IS e cioè la quotidianità all'interno delle strutture logistico-produttive e lo scenario tecnologico RFID che invece ipotizza le nuove modalità di svolgimento delle attività coadiuvate dall'infrastruttura tecnologica installata.

Per il presente progetto, come detto in precedenza, sono stati presi in considerazione due processi principali:

- *Gestione e tracciabilità delle barrique*: le barrique corrispondono alle botti, di varia grandezza, che le aziende utilizzano per alcune delle fasi della produzione del vino quali la fermentazione e l'invecchiamento. Si tratta di asset riutilizzabili di fondamentale importanza per un'azienda vinicola. In particolar modo la loro identificazione univoca unita alla loro tracciabilità e gestione all'interno della singola infrastruttura aziendale abilita la possibilità di monitorare costantemente la produzione del vino ed intercettarne le caratteristiche finali. Inoltre come ogni altro asset riutilizzabile di valore, l'azienda deve gestirlo ottimizzandone il suo sfruttamento riducendo al minimo il suo inutilizzo.
- *Logistica in uscita*: le attività che sottintendono al processo logistico di uscita della merce dal magazzino sono suddivise in due principali macro categorie relative all'allestimento ordini e alla spedizione della merce verso i propri partner commerciali. Esse costituiscono le attività volte ad accompagnare l'uscita della merce dagli stabilimenti aziendali. L'utilizzo della tecnologia in radiofrequenza in questa fase implica l'affrontare tematiche esterne allo stabilimento produttivo o di stoccaggio e l'interfacciamento con i propri partner commerciali. In questo caso sarà necessario costruire un rapporto comunicativo con i propri clienti per informarli principali caratteristiche della tecnologia EPC/RFID e sulle possibilità abilitate dal suo utilizzo in un ambito allargato rispetto alla sola realtà produttiva. I benefici descritti in seguito possono infatti essere replicati ed amplificati se implementati all'interno di una supply chain composta da produzione e distribuzione che operano in ottica collaborativa.

11.3.1.1 Gestione e tracciabilità delle barrique

Le barrique presenti all'interno di uno stabilimento produttivo rappresentano asset riutilizzabili di fondamentale importanza e valore per la produzione vinicola all'interno dello stabilimento produttivo nell'arco della loro vita utile, di circa 4 o 5 anni. Esse subiscono complessi cicli di utilizzo in diverse fasi della produzione, lavaggio e riutilizzo che ne richiedono una costante attività di riconoscimento e controllo. Sintetizzando le botti sono soggette a diversi cicli di riempimento, rabbocco, svuotamento e lavaggio durante periodi di tempo anche stretti inerenti alla produzione. Attualmente il loro riconoscimento ed utilizzo avviene mediante una anagrafica che le caratterizza in base ad un codice al quale sono associate informazioni più approfondite (relative al fornitore, al lotto di acquisto, alla sua vita utile, ecc.) contenute nei sistemi informativi aziendali o su registri cartacei. Il codice assegnato ad ogni barrique può essere veicolato insieme alla botte stessa e su questa applicato mediante un'etichetta riportante il codice di riconoscimento o un codice a barre. A volte il loro riconoscimento può essere affidato alle capacità e alla professionalità degli operatori della cantina. Inoltre le botti vengono generalmente movimentate all'interno degli stabilimenti attraverso muletti che ne possono trasportare fino a quattro contemporaneamente. In fase di stoccaggio esse sono impilate in "castelli o gabbie" a più piani che ne possono contenere anche qualche centinaio. Poiché su ogni castello possono essere impilate barrique contenenti diverse tipologie di vino che vanno costantemente controllate e gestite, risulta di fondamentale importanza avere un sistema affidabile di riconoscimento, ad oggi effettuato perlopiù manualmente dai professionisti che operano all'interno dei diversi spazi aziendali. Garantire un preciso e chiaro riconoscimento dell'asset riutilizzabile abilita la possibilità di implementare un sistematico ed efficace sistema di tracciabilità del prodotto che contengono.



AGRICONSULTING S.p.A.



È proprio questa la principale categoria di benefici di efficienza che possono essere ottenuti con l'utilizzo della tecnologia RFId. I benefici di efficienza si concentrano sulla riduzione degli errori di gestione e di riconoscimento delle botti, nonché nella velocità e facilità di accesso alle informazioni relative al prodotto da esse contenuto (tramite PC o mediante interrogazione del tag con palmare, sempre che l'azienda sia dotata di un sistema informativo in grado di gestire tali informazioni e che consenta di associare al tag letto un determinato contenuto informativo).

Inizialmente si noterà un incremento dei costi operativi dovuti all'applicazione del tag in radiofrequenza in ogni barrique facente parte del parco asset aziendale. Tuttavia si sottolinea che un qualunque sistema di identificazione invasivo sulla singola botte prevede una sua manipolazione e quindi attività specifiche che richiederanno del tempo e un minimo innalzamento dei costi operativi.

Successivamente la soluzione in radiofrequenza permetterà di ridurre i tempi fissi di ricerca della posizione della specifica barrique tra le altre che fanno parte dello stesso lotto d'acquisto e provengono dallo stesso fornitore.

Inoltre sarà possibile gestire le informazioni relative alle barrique e i controlli ad esse legate (si pensi per esempio ad un possibile controllo inventariale per il conteggio delle barrique presenti su determinati "castelli o gabbie") con un sensibile risparmio di tempo da parte degli operatori che in questo modo potranno interfacciarsi in maniera più semplice anche con i sistemi informativi che rileveranno in automatico gli spostamenti delle botti all'interno delle diverse aree dello stabilimento produttivo senza che l'operatore debba registrare manualmente ogni spostamento oppure debba cambiare il sistema di cartellonistica utilizzato presso alcuni impianti produttivi.

11.3.1.2 Logistica in uscita

Allestimento ordini

L'attività di allestimento ordini è una delle maggiormente impattate dalla tecnologia RFId e le possibilità abilitate dalla tecnologia RFId si differenziano notevolmente a seconda che il tag sia posto sulla singola bottiglia, sul cartone sul pallet o su tutte le configurazioni possibili. In fase di allestimento ordini si ritiene che, al minimo, l'attività venga svolta prelevando e spedendo colli o pallet e non singole bottiglie. Si stima che, rispetto all'attuale allestimento ordini, svolto manualmente, con l'ausilio di tecnologia in radiofrequenza, già presente in stabilimento per la gestione dei magazzini, si possa raggiungere un aumento di efficienza pari al 15-20 %²⁸. In particolare i benefici ottenibili si legano all'identificazione dei colli e dei pallet prelevati contestualmente all'attività di picking, grazie all'utilizzo di un lettore RFId che può essere un palmare affidato all'operatore oppure una struttura fissa applicata ad un transpallet o ad un forklift. In questo modo possono essere coperte tutte le combinazioni di gestione del magazzino e dell'attività di picking di cui l'azienda vinicola è dotata. In questo ambito un errore di prelievo può essere immediatamente corretto invece di arrivare ai controlli effettuati, per esempio, in banchina di spedizione, prima di accorgersene. Ciò oltre ad incrementare l'efficienza dell'attività svolta abbina anche un miglioramento della qualità del processo: i controlli effettuati a valle dell'attività di picking sono onerosi perché richiedono di smembrare, anche se solo in parte, l'unità logistica che è stata costituita al fine di controllare tutti i colli ivi presenti. Di conseguenza i controlli sono di solito effettuati a campione su un'esigua parte del carico destinato ai propri partner commerciali. La presenza del tag EPC/RFId sulle bottiglie, sui colli e sull'unità logistica abbinata al lettore RFId non solo consente di ridurre il tempo per effettuare i controlli e di poter effettuare una rapida e precisa correzione dell'eventuale errore di prelievo, ma anche di migliorare l'accuratezza del processo di allestimento ordini, verificando il 100% dei prelievi effettuati a magazzino. Certamente l'attività potrà essere ripetuta anche in fase di spedizione della merce: da un lato essa sarà comunque più efficiente e veloce di un controllo effettuato manualmente e dall'altro permetterà di azzerare quasi totalmente gli errori di spedizione (dato il doppio controllo totale effettuato).

Si fa notare che, se l'azienda decidesse di "taggare" unicamente le unità logistiche che vengono allestite, senza taggare le bottiglie e i cartoni, i benefici di efficienza che si potrebbero ottenere diminuirebbero sensibilmente in quanto l'attività di controllo dei cartoni e delle bottiglie sarebbe supportata nel migliore dei casi da un'etichetta barcode che richiederebbe le stesse attività svolte attualmente con le stesse tempistiche e la stessa efficienza ottenuta oggi.

Nonostante ciò l'utilizzo della tecnologia EPC/RFId sulle unità logistiche apporta alcuni benefici collaterali: per esempio, un possibile beneficio si ottiene nel rifornimento dello stock di picking e nello svolgimento della

²⁸ Si veda Report IV: La tecnologia EPC incontra il processo, Indicod-Ecr, 2008.



AGRICONSULTING S.p.A.



missione di picking soprattutto relativamente ai processi di controllo e correzione della non qualità dei processi, in parte grazie all'automatizzazione dell'identificazione del vano o della posizione di stoccaggio nel quale è collocata l'unità logistica da prelevare ed in parte grazie ad una diminuzione della percentuale di indisponibilità dello stock di picking. Si ipotizza, infatti, che la tecnologia RFID permetta di ottenere una maggiore accuratezza nello svolgimento delle attività di deposito, grazie anche ad un controllo più automatizzato delle movimentazioni subite dalle unità di carico stesse. La riduzione di questa percentuale ha effetti positivi sia sul rifornimento dello stock, riducendo il numero di prelievi e movimentazioni sovrabbondanti rispetto a quelli strettamente necessari se tutta la merce fosse a disposizione, sia sulla missione di picking, in quanto diminuisce il percorso che l'operatore deve svolgere per tornare a visitare i vani o le posizioni di stoccaggio in cui si è verificata l'indisponibilità e completare l'ordine.

Spedizione

L'attività di spedizione della merce è strettamente connessa ai processi che la precedono quali il picking e l'allestimento degli ordini; infatti la possibilità di verificare precedentemente la correttezza del prelievo a magazzino consente una riduzione dei tempi di spedizione e/o un miglioramento dei processi di controllo delle merci. Si stima che, mediante l'utilizzo della tecnologia EPC/RFID, rispetto agli attuali processi, si possa ottenere un'efficienza del processo pari al 35%²⁹. Tale valore può essere raggiunto grazie alla possibilità di non effettuare più alcune attività di controllo della merce in spedizione e conseguentemente di impegnare risorse sovrabbondanti. Come già sottolineato precedentemente, la percentuale di benefici ottenibili sono da trarre in base alla scelta dell'azienda di applicare i tag in radiofrequenza alle bottiglie, ai colli e/o alle unità logistiche. Utilizzando la tecnologia solo per la gestione delle unità di carico, i benefici ottenibili mediante i tag EPC/RFID si riducono sensibilmente a causa dell'automatizzazione parziale delle attività: si possono infatti abilitare solamente i controlli effettuati a livello di unità logistica. Anche in questo caso il fattore abilitante della tecnologia RFID è la possibilità di automatizzare le attività di identificazione, aumentando l'efficienza e l'accuratezza dell'attività. I controlli delle unità logistiche multi-articolo possono essere automatizzati solo apponendo il tag a livello di collo o di singolo prodotto mentre nello scenario che prevede la taggatura solo delle unità di carico continueranno ad essere eseguiti come nello scenario tradizionale, per esempio a campione con l'ausilio della tecnologia bar-code, se presente.

D'altra parte però verranno completamente automatizzati i controlli delle unità logistiche mono-articolo mono-lotto in uscita dagli stabilimenti e magazzini produttivi: i varchi di lettura posizionati in corrispondenza delle banchine di spedizione consentono di identificare le unità di carico in transito, mentre il sistema informativo effettua la verifica con quanto deve effettivamente essere presente in banchina.

In questo caso l'eventuale scelta sull'applicazione del tag EPC/RFID da parte dell'azienda dovrà essere dettata dalla prevalente modalità di gestione dei prodotti in fase di allestimento ordini e spedizione.

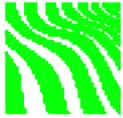
11.3.2 La valutazione dei benefici di efficacia e di servizio

Il miglioramento di efficacia dei processi, ottenibile grazie ad un aumento della qualità esterna (migliore accuratezza percepita dai clienti oppure maggiore disponibilità dei prodotti o dei servizi) o della tempestività (riduzione dei lead time), consente di aumentare la soddisfazione dei clienti, portando ad un aumento dei ricavi, grazie ai maggiori volumi, o dei margini.

La tecnologia RFID però abilita altre categorie di benefici, che per loro natura risultano più intangibili: si pensi ai benefici riconducibili in qualche modo all'immagine (nei confronti in particolare dei clienti, ma più in generale di qualsiasi stakeholder), all'aumento della quantità, qualità e tempestività dei dati disponibili al management, che si possono tradurre in un più efficace processo di pianificazione e controllo delle attività e in una maggiore flessibilità nella gestione dei cambiamenti e delle urgenze; benefici riconducibili ad una maggiore soddisfazione degli utenti dell'applicazione ed infine benefici legati ad una più piena e matura conformità ai vincoli di legge.

La tecnologia EPC/RFID può portare all'azienda diversi benefici di efficacia e servizio; in seguito sono descritte le principali categorie ottenibili.

²⁹ Si veda Report IV: La tecnologia EPC incontra il processo, Indicond-Ecr, 2008.



AGRICONSULTING S.p.A.



11.3.2.1 La riduzione dell'Out-Of-Stock

Gli out-of-stock (OOS) rappresentano una delle maggiori aree di interesse nelle quali è auspicabile ottenere benefici grazie all'adozione della tecnologia RFID. L'OOS è un problema rilevante per tutti gli attori della filiera: in particolare un produttore non solo perde la vendita di un prodotto, ma vede danneggiata l'immagine del proprio brand nei confronti dei consumatori a causa di una riduzione della fedeltà al marchio.

Le cause di uno stock-out possono essere diverse: un'errata previsione della domanda, un ritardo da parte dei depositi del produttore nella consegna dei prodotti, seppur ordinati nella quantità corretta, l'inaccuratezza nella gestione delle scorte dovuta, ad esempio, ad errori nell'esecuzione dell'inventario fisico o a furti.

La tecnologia EPC/RFID può contribuire a ridurre il fenomeno dello stock-out attraverso due fattori abilitanti: l'identificazione automatica della merce e la maggiore visibilità delle giacenze in tutta la struttura dei magazzini.

11.3.2.2 La riduzione dei contenziosi

La "riconciliazione" tra il fornitore ed il destinatario della merce, nel caso in cui questo verifichi discrepanze tra i prodotti ordinati e quelli ricevuti, in termini sia di quantità che di codice prodotto, genera spesso costi elevati. In particolare, queste spese riguardano, oltre alla gestione dell'evento stesso, anche la revisione di documenti a livello amministrativo, l'eventuale necessità di rispedire la merce corretta e i ritardi nei pagamenti che inevitabilmente possono scaturire in queste situazioni.

I contenziosi appartengono fondamentalmente a tre macro-categorie:

- contenziosi legati ai prezzi: è il caso, ad esempio, di un articolo fatturato dal produttore al distributore ad un prezzo di listino superiore a quello concordato;
- contenziosi legati alla qualità dei prodotti: sono relativi a casi in cui nella fattura viene incluso l'articolo "x" invece dell'articolo "y", che era stato effettivamente ordinato e consegnato;
- contenziosi legati ad errori nelle spedizioni: appartengono a questa categoria tutti quei casi in cui la merce indicata in fattura corrisponde con quella ordinata, ma differisce dalla quantità effettivamente consegnata al nodo a valle della Supply Chain.

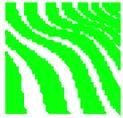
L'RFID non ha nessun effetto sui contenziosi legati al prezzo o alla qualità dei prodotti, dovuti sostanzialmente ad errori amministrativi, ma può contribuire a ridurre quelli legati agli errori nelle spedizioni. La tecnologia, infatti, permette di aumentare e rendere più accurati i controlli sulla merce in uscita dai depositi, riducendo così il fenomeno delle inversioni. L'identificazione delle UdC e dei colli prelevati durante l'allestimento ordini, la verifica del corretto posizionamento in banchina e la lettura dei tag mediante un gate posizionato presso le porte di uscita del magazzino al momento del carico dell'automezzo riducono notevolmente le possibilità di commettere un errore.

11.3.2.3 Il miglioramento di accuratezza dei conteggi

Il contributo della tecnologia EPC/RFID non è limitato unicamente alla riduzione dei tempi e costi legati al conteggio degli asset e dei prodotti, ma anche all'abilitazione di controlli che attualmente non vengono fatti in quanto risulterebbero eccessivamente costosi.

11.3.2.4 La gestione del parco asset

L'utilizzo della tecnologia EPC/RFID facilita la creazione di un database aggiornato in tempo reale in cui sono contenute le informazioni riguardanti le movimentazioni delle barrique all'interno degli stabilimenti interessati, gli inventari e la situazione delle diverse attività ad esse inerenti. Le informazioni puntuali e aggiornate consentono di ottenere flessibilità in termini di capacità di pianificazione e controllo e di gestione dei cambiamenti a livello operativo o amministrativo all'interno dell'intero circuito logistico relativo alle barrique. Come conseguenza diretta di questa tipologia di benefici, si può registrare un aumento della disponibilità delle stesse. Ciò permette di poter pianificare e gestire in maniera più precisa l'utilizzo di queste risorse diminuendo di conseguenza il parco asset di proprietà e successivamente le attività di manutenzione e riparazione.



AGRICONSULTING S.p.A.



11.3.2.5 La manutenzione degli asset

Si tratta dell'attività di pianificazione programmata delle manutenzioni e gestione del rinnovo del parco asset di proprietà. Quest'ultima attività è legata anche alla possibilità di controllare costantemente l'obsolescenza delle barrique: conoscendone a priori la vita utile e potendo identificarle univocamente, si può monitorare il loro utilizzo e le movimentazioni subite. Ciò permette un controllo programmato sugli asset, sulle loro rotazioni riducendone di conseguenza il fabbisogno complessivo. Questa attività è possibile grazie alla possibilità di registrare tutte le movimentazioni della singola barrique.

11.3.2.6 L'accuratezza delle registrazioni contabili

Se all'azienda vinicola fanno capo diversi stabilimenti produttivi tra i quali possono essere scambiate le barrique, l'utilizzo della tecnologia EPC/RFID abilita un'altra importante categoria di benefici di efficacia e di servizio.

Grazie alla possibilità di identificare in modo automatico e univoco gli asset in ingresso e uscita da ogni stabilimento interessato se ne può calcolare agevolmente il saldo contabile, rendendo possibile una sollecita e mirata gestione delle barrique.

11.3.2.7 L'immagine verso gli stakeholder

L'utilizzo della tecnologia EPC/RFID permette di migliorare i rapporti di fiducia tra gli attori della filiera e può spingere i clienti ad aumentare la fidelizzazione nei confronti dell'azienda che utilizza la tecnologia e ne darà chiara comunicazione a tutti i propri stakeholder. Ciò porta ad un'altra tipologia di benefici secondari legati alla soddisfazione degli utenti e al miglioramento dei rapporti tra gli attori: si può avere, infatti, una minore incidenza di contenziosi e di ulteriori attività rispetto a quelle standard. Inoltre la tecnologia abilita la possibilità di condividere le informazioni; ciò permette di instaurare un rapporto di fiducia con i propri clienti.

L'utilizzo della tecnologia permette anche altre attività comunicative legate all'attività pubblicitaria dell'azienda. Attraverso una mirata campagna comunicativa l'azienda può introdurre la propria clientela alla conoscenza e all'utilizzo dell'RFID accrescendo così il valore intrinseco del prodotto e la qualità percepita dal consumatore finale.

11.3.2.8 La tracciabilità e la rintracciabilità nella filiera

Nel caso di non conformità dei prodotti alimentari, il regolamento UE N. 178/2002 impone il ritiro/richiamo di tali beni dal mercato. La maggiore visibilità sulla posizione che la merce occupa all'interno della filiera, garantita dalla sua identificazione univoca e dall'infrastruttura RFID stessa, permette di agevolare e rendere meno onerose queste procedure e di ottenere con costi inferiori la tracciabilità degli articoli all'interno della Supply Chain (andando quindi al di là della tracciabilità interna all'azienda, ma estendendola agli altri operatori a valle della filiera).

Questa possibilità è oggi resa possibile e particolarmente efficiente dall'introduzione di un Repository EPCIS. Esso comporterebbe vantaggi significativi per tutte le imprese coinvolte all'interno della filiera per quanto riguarda la possibilità di tracciare un determinato prodotto che contenga un tag RFID. Infatti l'EPCIS, essendo condiviso tra tutti gli attori della filiera, sarà accessibile in maniera distribuita e quindi renderà disponibile, in qualsiasi momento, a chiunque abbia i necessari privilegi ed autorizzazioni, la consultazione dello storico di un determinato prodotto oppure la verifica della genuinità di quest'ultimo.

11.3.2.9 Il controllo dell'obsolescenza

Le cause dell'obsolescenza dei prodotti in giacenza possono essere molteplici – una errata programmazione della produzione, un'inaccurata previsione della domanda (che si è dimostrata inferiore rispetto a quanto pianificato), oppure una inadeguata gestione delle scorte senza il rispetto di logiche di tipo FIFO (First In First Out) o FEFO (First Expired First Out). Un sistema EPC/RFID consente sicuramente di gestire in modo più preciso tutte quelle informazioni (ad esempio la quantità a scorta per ciascun articolo, la data di scadenza, ecc.) necessarie per prevenire le cause del fenomeno.



AGRICONSULTING S.p.A.



11.3.2.10 Strumento di anticontraffazione

Un'altra importante possibilità abilitata dall'utilizzo della tecnologia RFID in standard EPC è rappresentata dalla possibilità di avere a disposizione dei meccanismi per la valutazione dell'autenticazione o meno sia del prodotto che del tragitto effettivamente eseguito dal prodotto stesso all'interno della supply chain. Ciò è permesso, in particolare, dal Repository EPCIS che, tra le sue altre funzionalità, tenta di trovare una soluzione alle problematiche relative ai mercati grigi e a quelli neri.

All'interno del contesto del mercato grigio o parallelo, l'EPCIS può essere un valore aggiunto per la ricostruzione del percorso effettivamente svolto dal prodotto all'interno della filiera, confrontandolo con quello pianificato al momento della sua creazione. Questo permette di individuare quella porzione di percorso che risulta deviata, restringendo quindi il campo delle possibili responsabilità dell'introduzione dei prodotti nello stesso mercato grigio.

Nella seguente figura è presente un esempio di utilizzo dell'EPCIS all'interno di un mercato grigio. Per esempio, l'azienda delega ad una parte terza la spedizione di determinati prodotti all'interno del mercato europeo. L'azienda in questione, in maniera illecita, spedisce una parte dei prodotti all'interno di un altro mercato al fine di ottenere un guadagno superiore. L'EPCIS sarà in grado di mostrare quali prodotti hanno seguito il tragitto prefissato e quali no.

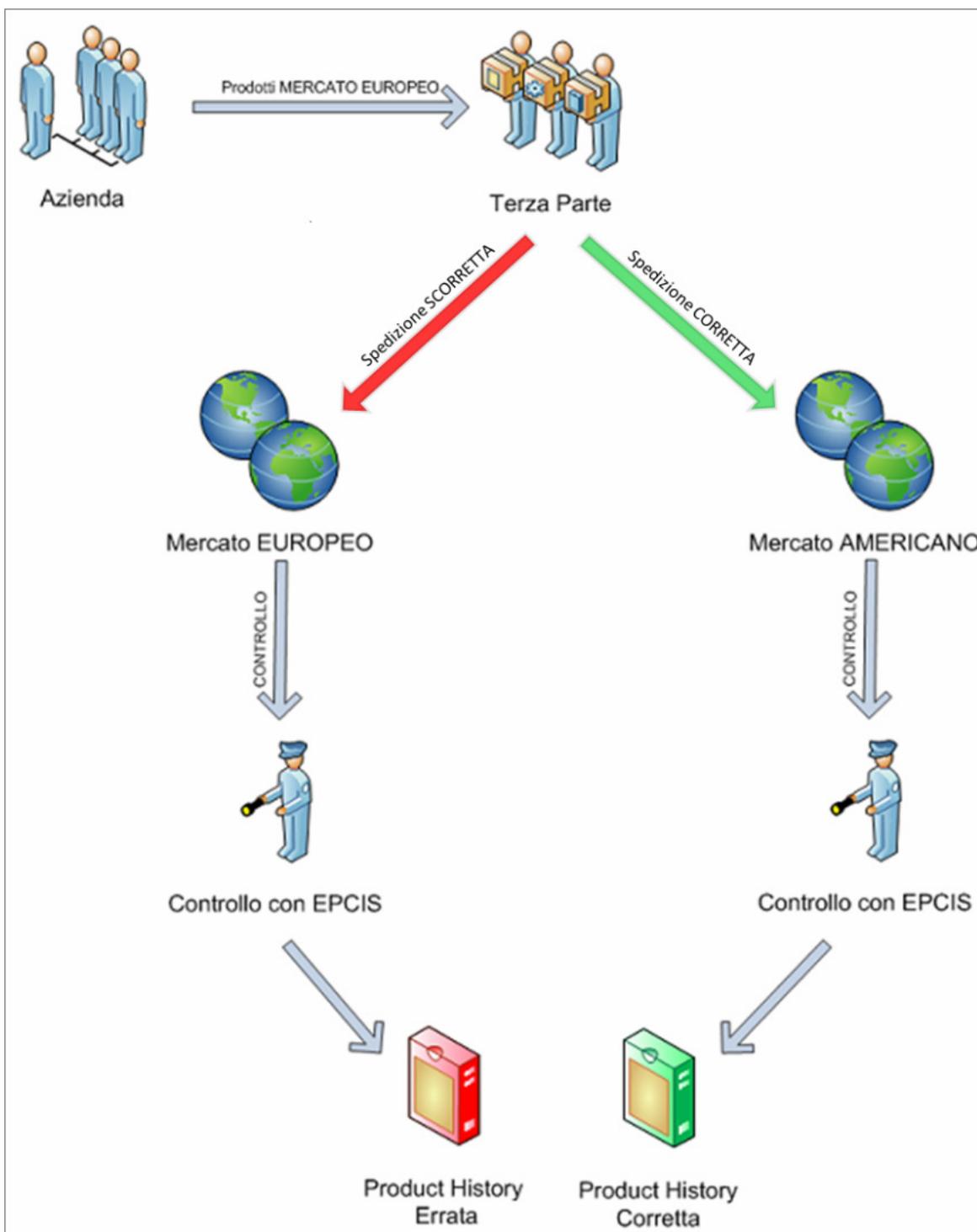
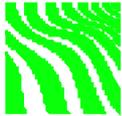


Figura 50: esempio di utilizzo del Repository EPCIS per il mercato grigio

D'altra parte, invece, all'interno del mercato nero sarà possibile, grazie alla verifica del campo TID, capire se un prodotto è realmente contraffatto o meno. Il campo TID, infatti, registrato all'interno del chip al momento stesso della produzione, non può mai essere riscritto, a differenza del campo EPC. Questa particolarità limita di conseguenza la possibilità di clonare un determinato tag, rendendo efficace il meccanismo di anticontraffazione.

Nella seguente figura è evidenziato un esempio di utilizzo dell'EPCIS all'interno del mercato nero. L'azienda delega ad un produttore la creazione dei tag ed inserisce i propri prodotti all'interno del mercato, parallela-



mente però l'azienda produttrice di tag inserisce a sua volta nel mercato dei prodotti con tag clonati. L'EPCIS, grazie al confronto sul campo TID del chip riuscirà a distinguere quali sono i prodotti originali e quali quelli contraffatti.

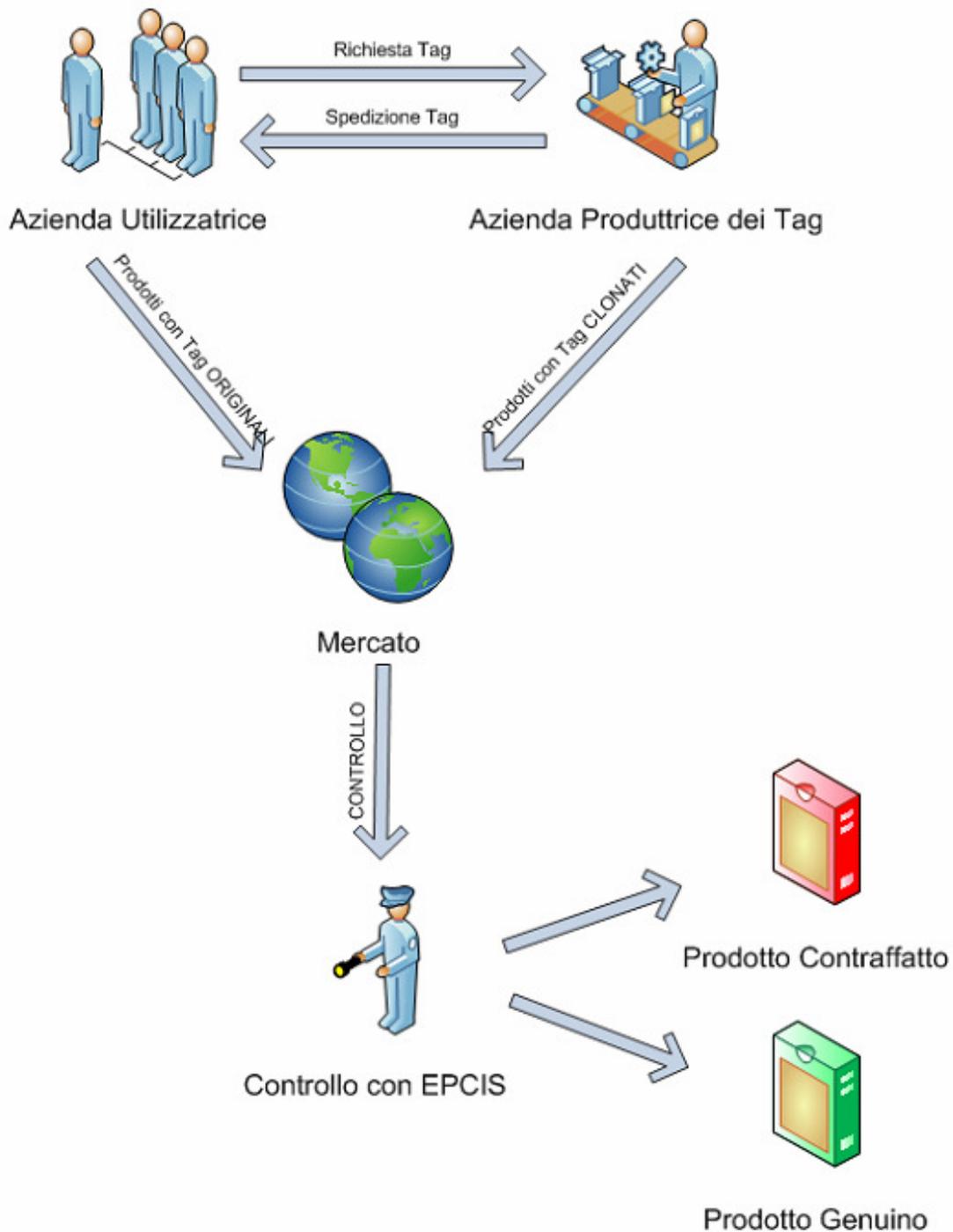


Figura 51: esempio di utilizzo del Repository EPCIS per il mercato nero



11.3.3 La valutazione degli investimenti e dei costi correnti

La valutazione dei costi di implementazione di un progetto RFID in standard EPC consiste nel dimensionamento e nella valorizzazione dell'infrastruttura necessaria per l'utilizzo della tecnologia e per ottenere i benefici operativi, di efficacia e servizio descritti precedentemente in termini qualitativi.

L'infrastruttura RFID

Si precisa che l'infrastruttura hardware e software di cui un'azienda deve dotarsi per poter sfruttare la tecnologia di identificazione in radiofrequenza dipende fortemente dal tipo di processi esistenti all'interno degli stabilimenti aziendali e dalla conformazione della loro struttura.

Per questo, allo stato attuale, è importante valorizzare ogni singolo progetto per poter massimizzare i benefici ottenibili dall'utilizzo dell'RFID in standard EPC. L'infrastruttura tecnologica è infatti costituita da componenti base che possono essere accorpati e assemblati per rispondere al meglio alle diverse esigenze di lettura ed identificazione.

Nel seguito saranno descritti i componenti e le strutture principali che costituiscono l'infrastruttura RFID e saranno sviluppati alcuni box di esempio calati nella realtà rappresentata dall'azienda BARONE RICASOLI S.p.A., Agricola Cantine del Castello di Brolio a Gaiole in Chianti.

I costi da sostenere si suddividono in due voci principali:

- costi di investimento, per loro natura "una tantum" legati all'analisi e alla realizzazione del progetto (investimenti iniziali in hardware, in software e per la gestione del progetto);
- costi correnti, da sostenere con frequenza annuale (manutenzione e licenze principalmente).

Tutte le voci di costo riportate descrivono il costo medio di mercato attuale delle attrezzature e dei dispositivi. Una valutazione corretta e puntuale può essere effettuata solo in corrispondenza di uno specifico progetto di implementazione della tecnologia EPC/RFID e tralasciata sulle effettive necessità della realtà aziendale che sviluppa lo studio di fattibilità.

11.3.3.1 I costi di investimento

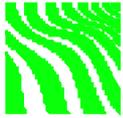
L'investimento iniziale comprende tre principali principali di costo:

- *Investimento in hardware*: viene calcolato sulla base del numero di attrezzature necessarie in ogni nodo della filiera e dei costi unitari degli elementi che caratterizzano l'hardware;
- *Investimento in software*: comprende i costi necessari per realizzare l'integrazione software tra i componenti hardware introdotti e l'infrastruttura tecnologica pre-esistente;
- *Investimento nella gestione del progetto*: comprende l'attività di project management e di formazione iniziale degli operatori. Si tratta quindi di attività che riguardano la fase realizzativa e di avvio del progetto (management e formazione iniziale degli operatori), non la gestione del sistema RFID, i cui costi sono invece inclusi nei costi correnti.

In seguito sono esplicitate le singole voci di costo per i processi presi in considerazione nel presente progetto.

▪ Gli investimenti in hardware

L'azienda vinicola deve poter provvedere alla taggatura iniziale delle barrique di sua proprietà e installare l'infrastruttura hardware per identificarle all'interno dello stabilimento. Essa dovrà inoltre provvedere all'etichettatura delle bottiglie, dei colli e delle unità logistiche e, anche in questo caso, installare l'infrastruttura di identificazione e lettura adeguate.



AGRICONSULTING S.p.A.



Come detto precedentemente i componenti base necessari per la lettura e l'identificazione dei tag sono semplici e relativamente pochi. Essi sono poi assemblati ed accorpati per rispondere alle esigenze espresse dai processi operativi effettuati in azienda.

In particolare, gli investimenti hardware da sostenere per supportare le attività analizzate, sono quelli di seguito descritti:

▪ Banchine di spedizione

Ogni banchina o baia di spedizione può essere attrezzata con dei varchi di lettura per l'identificazione dei tag posti sui prodotti, sui colli e sulle unità logistiche, in modo da automatizzare i conteggi in entrata ed in uscita.

Inoltre le banchine e le baie possono essere definite da un insieme di tag, posizionate a pavimento, in modo da consentirne l'identificazione automatica da parte dei forklift o di strumenti brandeggiabili.

▪ Varchi di lettura presso le aree di stabilimento

Le aree aziendali designate al controllo del passaggio delle barrique saranno attrezzate con dei varchi per l'identificazione dei tag applicati ad ogni botte, in modo da controllarne e registrarne il passaggio.

▪ Stampa dei tag da apporre agli asset

E' necessario prevedere l'acquisto e l'installazione di stampanti RFID per la preparazione dei tag da apporre alle bottiglie, ai colli e alle unità logistiche. Esse possono essere posizionate lungo la linea produttiva automatizzata oppure in un'area separata da questa a seconda dei processi aziendali seguiti.

▪ Etichettatura RFID del parco asset, dei prodotti, dei colli e delle unità di carico

Ogni contenitore riutilizzabile, prodotto, collo ed unità logistica formata devono essere dotati di tag RFID diversi a seconda delle caratteristiche dell'asset o del prodotto sul quale devono essere posizionati. Tali tag RFID sono stati considerati come investimento nei casi in cui essi abbiano una durata pluriennale (TAG passivi applicati alle barriques o TAG attivi), mentre invece sono stati inclusi nei costi correnti nel caso in cui essi abbiano una durata inferiore all'anno (TAG passivi utilizzati nel fine linea su bottiglie, cartoni, ecc., i quali una volta utilizzati non vengono più recuperati e quindi devono essere riacquistati).

▪ Muletto

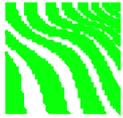
I carrelli utilizzati per le movimentazioni delle barrique e delle unità logistiche all'interno del magazzino possono essere attrezzati con reader ed antenne in modo da consentire l'automazione delle attività di riconoscimento delle unità di carico e degli asset movimentati, delle banchine di spedizione e anche delle locazioni di stoccaggio.

▪ Stazioni di filmatura

Eventuali stazioni di filmatura delle unità logistiche in uscita dai magazzini dello stabilimento produttivo possono essere attrezzate per l'identificazione dei tag sui colli e per il loro abbinamento (a sistema informativo) con il codice EPC associato all'unità di carico creata.

▪ Terminali brandeggiabili

I terminali brandeggiabili o handheld costituiscono una valida alternativa all'utilizzo dei varchi soprattutto in fase di controllo dei colli e delle unità di carico in fase di spedizione o per supportare le operazioni di controllo inventariale. Spesso possono essere integrati unicamente dei moduli RFID a terminali brandeggiabili già provvisti di lettore bar-code.



Esempio: Diverse configurazioni di infrastrutture RFID

Come già ricordato, l'infrastruttura hardware RFID è costituita da componenti base che possono essere accorpati per rispondere al meglio alle diverse esigenze di lettura ed identificazione. Essenzialmente per la lettura e l'identificazione del tag sui prodotti, sarà necessario disporre di un reader, di antenne e di un dispositivo di raccolta dati (tali dati dovranno poi essere elaborati e gestiti da un software aziendale con funzionalità connesse alle specifiche esigenze operative).

Di seguito sono riportate alcune immagini tipo relative alle configurazioni di infrastruttura RFID riportate precedentemente.

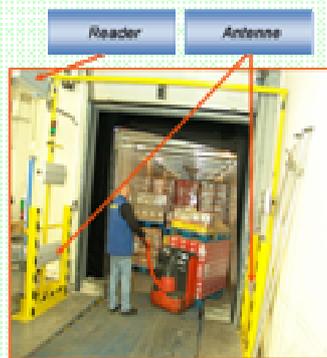
Ciò per permettere all'azienda vinicola di visualizzare ciò che precedentemente è stato descritto in dettaglio.

- Varchi di lettura presso le aree di stabilimento

Si pensi, ad esempio, ad un varco RFID utilizzato per la lettura massiva di una spedizione in uscita dallo stabilimento produttivo: esso, nella sua conformazione base costituita da una struttura metallica di puro sostegno sulla quale sono montate delle antenne e un reader, può essere fisicamente posizionato su una baia d'uscita e permette la lettura corretta dei soli oggetti taggati che lo attraversano.

Se l'azienda che deve dotarsi dell'infrastruttura RFID utilizza più di una baia d'uscita per la spedizione della merce, per avere una completa copertura dell'identificazione in radio-frequenza, dovrà acquistare tanti varchi quante sono le baie utilizzate. Successivamente se le baie d'uscita sono contigue, si dovrà strutturare anche un adeguato sistema di schermatura che limiti il campo di emissione delle onde elettromagnetiche per evitare letture errate o interferire con le attività degli altri varchi predisposti.

Inoltre il posizionamento del varco risulta importante per la strutturazione dell'apparato di schermatura: se il gate è collocato in stretti corridoi circoscritti da muri di cemento armato oppure di metallo, dovrà essere studiato ad hoc un sistema di schermatura che impedisca la riflessione dei segnali e quindi invalidi le letture e la conseguente inequivocabile identificazione del tag.

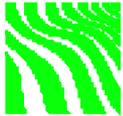


- Banchine di spedizione

L'immagine sotto riportata mostra l'applicazione di tag posizionali richiesti per l'identificazione, mediante lettura da forklift, di baie di spedizione o locazioni di magazzino. Ogni baia (ma lo stesso può avvenire in una locazione di magazzino) sarà equipaggiata con un numero variabile di tag da annegare nella pavimentazione all'ingresso della baia; quest'ultimo rappresenta infatti un percorso obbligato per il forklift che vi accede e che quindi è nelle migliori condizioni di lettura ed identificazione del tag RFID.

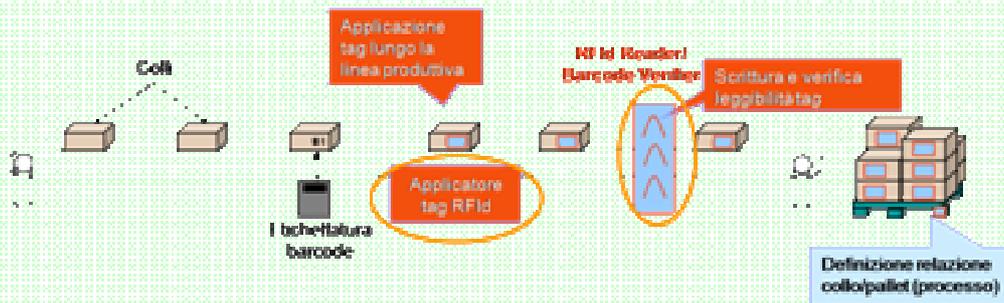
Tag RFID nelle baie di ricevimento /spedizione





▪ Rulliera di fine linea produttivo

L'immagine sottostante riporta la stilizzazione di un conveyor di fine linea produttivo che può essere attrezzato con un applicatore automatico di etichette ed un sistema di reader e antenne che servono per la scrittura e la verifica del singolo tag sulla bottiglia o sul cartone. Il fine linea produttivo può rappresentare inoltre un utile punto di associazione tra i tag applicati agli scatoloni di bottiglie e i pallet su cui sono posizionati per essere movimentati: per far ciò occorrerà posizionare un tag sul pallet e a sistema informativo si creerà la corrispondenza dell'identificativo di quest'ultimo con tutti i tag (apposti sui colli ed eventualmente sulle bottiglie) in esso contenuti.



▪ Muletto

Il forklift (il muletto) utilizzato per le operazioni di movimentazione sia delle barrique che delle unità logistiche sarà equipaggiato con un reader RFID e un numero variabile di antenne che saranno utilizzate per leggere i tag apposti sugli asset riutilizzabili e sui prodotti e i tag posizionali che identificano le baie di spedizione o le localizzazioni di magazzino.

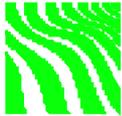


Box 5: esempio di configurazioni di infrastrutture hardware RFID

Nella tabella di seguito riportata sono descritti i costi unitari e i singoli componenti necessari a costituire l'infrastruttura tecnologica. Per ciascun processo della realtà produttiva considerata è descritta l'infrastruttura hardware necessaria e ne sono stati calcolati i relativi costi, considerando in tale calcolo oltre al costo di acquisto anche quello di installazione (per consentire il corretto utilizzo degli strumenti necessari all'implementazione della soluzione EPC/RFID). L'installazione comprende non solo il montaggio dei componenti, ma anche la configurazione dei parametri tecnici e di processo che ne regolano il funzionamento. Ove necessario verranno effettuate le debite distinzioni tra tag attivi e tag passivi. Le due tipologie di etichette abilitano infatti diverse possibilità che ne fanno variare in modo consistente il prezzo d'acquisto e la tecnologia di supporto alla loro utilizzazione.



Sistema UHF per varco di lettura			
Componenta	Descrizione	Quantità	Costo
Kit varco RFID	<ul style="list-style-type: none"> - 1 supporto a ponte - 7 fotocellule di controllo passaggio - Carrello - 1 tonetta con 3 luci di segnalazione e allarme acustico - 1 tonetta con 2 luci di segnalazione 	1	
Controller RFID	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura di lavoro 25° a 50° C - 4 porte per antenne - Frequenza di lavoro 865, 869, 915, 950 MHz - 1 processore interno - Connettività Ethernet/ Rs 732 	1	
Kit antenne	<ul style="list-style-type: none"> - 4 antenne a polarizzazione circolare - 4 cavi di connessione al reader 	1	
Accessori	<ul style="list-style-type: none"> - I/Ox GPIO per controllo segnali optoisolati e - 4 segnali di output 0,25 A - Alimentatori e cavi di connessione 	1	
PC	<ul style="list-style-type: none"> - Famiglia Dual Core: - Memoria Ram: 1 GB - HD: 160 GB - Scheda di rete - Sistema operativo incluso 	1	
Protezioni	<ul style="list-style-type: none"> - Protezione del varco da urti accidentali - Contenitore plastico di protezione antenne 		
Schermature ed altri accessori opzionali	<ul style="list-style-type: none"> - Schematura del varco per evitare letture di tag non appartenenti al transito - Hard drive 40 Gb da integrare nel reader - Wifi da integrare nel reader 	Da valutare mediante analisi tecnica	
Installazione		8 h	
TOTALE			7.250 €
Postazione fissa di controllo/ postazione da conveyor			
Componenta	Descrizione	Quantità	Costo
Controller RFID	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura di lavoro 25° a 50° C - 4 porte per antenne - Frequenza di lavoro 865, 869, 915, 950 MHz - Connettività Ethernet/ Rs 732 	1	
Kit antenna UHF	<ul style="list-style-type: none"> - 2 antenne a polarizzazione circolare - 2 cavi di connessione al reader - 1 supporto di sostegno 	1	
PC	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria Ram: 1 GB - HD: 160 GB - Scheda di rete - Video colori: 17 pollici LCD - Sistema operativo incluso 	1	
Protezioni e accessori opzionali	<ul style="list-style-type: none"> - Schematura del varco per evitare letture fuori banda - I/Ox GPIO per controllo segnali optoisolati e - 4 segnali di output 0,25 A - Alimentatori e cavi di connessione 	Da valutare mediante analisi tecnica	
Installazione		4 h	
TOTALE			4.000 €



Sistema UHF per muletto			
Componente	Descrizione	Quantità	Costo
Reader UHF		1	
Antenna UHF		2	
Terminale wireless		1	
Installazione		20 h	
TOTALE			5.050 €

Sistema UHF per stazione filmatura			
Componente	Descrizione	Quantità	Costo
Controller RFID	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura di lavoro 25° a 50° C - 4 porte per antenne - Frequenza di lavoro 865, 869, 915, 950 MHz - Connettività Ethernet/ Rs 232 	1	
Kit antenna UHF	<ul style="list-style-type: none"> - 2 o 4 antenne a polarizzazione circolare - 2 o 4 cavi di connessione al reader - 1 o 2 supporti di sostegno 	1	
PC	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria Ram: 1 GiB - HD: 160 GB - Scheda di rete - Video color: 17 pollici LCD - Sistema operativo incluso 	1	
Periferici e accessori opzionali	<ul style="list-style-type: none"> - Schermatura del vano per evitare letture fuoritraccia - Box GPIO per controllo segnali optoisolati e - 4 segnali di output 0,25 A - Alimentatori e cavi di connessione 	Da valutare mediante analisi tecnica	
Installazione		16 h	
TOTALE			5.000 €

Sistema UHF per stampa etichette da apporre ai colli e alle unità logistiche		
Componente	Quantità	Costo
Stampante UHF RFID stand alone	1	2.550 €
TOTALE		2.550 €

Kit tag UHF per identificazione posto pallet		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF + supporto plastico per locazione pallet	7	1,6 €
Installazione	4 min	4,4 €
TOTALE		6 €

Kit tag UHF per identificazione locazione a terra		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF embedded per identificazione base - pavimento	2	20 €
Installazione	20 min	20 €
TOTALE		40 €



Sistema UHF handheld (brandeggiabile) completo		
Componente	Quantità	Costo
RFid UHF palmare industriale	1	2.700 €
Installazione	4 h	250 €
TOTALE		2.950 €
Sistema UHF handheld (brandeggiabile) - modulo RFId		
Componente	Quantità	Costo
Modulo RFid UHF per palmare industriale	1	700 €
Installazione	4 h	250 €
TOTALE		950 €
Taggatura barrique mediante tag passivo (per quantitativi > 5.000 tag)		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF passivo	1	5 €
Installazione	1 min	0,25 €
TOTALE		5,25 €
Taggatura barrique mediante tag attivo		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF attivo modello T-301A	1	31 €
Access point Furukawa (o simili)	1	300 €
Access point standard	1	40 €
Installazione e configurazione	1	10.000 €
TOTALE		10.371 €

Tabella 22: sintesi dei costi di hardware

- **Gli investimenti in software**

Oltre all'infrastruttura hardware, precedentemente descritta, è necessario anche disporre di un sistema software, più o meno sviluppato a seconda delle specifiche esigenze dei diversi progetti e contesti aziendali, per gestire i dati ricavati dalla lettura dei tag RFId e realizzare l'integrazione tra i componenti hardware introdotti e l'infrastruttura tecnologica pre-esistente.

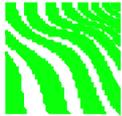
Come sottolineato precedentemente è importante fare una distinzione tra infrastruttura software per tag attivi e per tag passivi.

In caso di utilizzo di tag passivi, nel contesto che caratterizza il presente progetto sarà necessario installare uno strato di architettura collocato tra gli apparati RFId ed i sistemi informativi esistenti. Per ottenere questo tipo di infrastruttura software possono essere seguite due diverse strade: l'azienda può utilizzare un middle-ware oppure un PC server a seconda delle esigenze di ogni implementazione.

Nella valutazione oltre alla scelta di una o dell'altra soluzione a seconda delle specifiche esigenze di supporto all'infrastruttura hardware, dovrà essere aggiunto il costo in termini di giorni uomo per realizzare l'integrazione software necessaria. La seguente tabella riassume i costi degli investimenti in software.

Nel caso invece dell'utilizzo di tag attivi, è necessaria una parte di software fornita dal produttore dei tag, in particolare servono come minimo il software di positioning engine (quotato in base al numero di tag utilizzati) e il software site survey per la calibrazione dell'ambiente.

Oltre a questo, è sicuramente necessaria un'integrazione software fra il motore di geocalizzazione e l'interfaccia dell'utente finale.



Descrizione	Costo
Mobilizzazione	Valore unitario da trapiantare sullo specifico progetto
Integrazione software	Valore unitario da trapiantare sullo specifico progetto
PI: ricerca	Valore unitario da trapiantare sullo specifico progetto
Software e servizio di ricerca dei tag (costo unitario per tag)	261
Software di validazione ambientale	1.495,4
Sviluppo dell'applicazione per il terminale in campo e integrazione SI	Valore unitario da trapiantare sullo specifico progetto
TOTALE	-

Tabella 23: costi di investimento software

Per avere un'indicazione di tali costi si veda oltre, all'interno dei box contenenti degli esempi concreti del costo di applicazione di sistemi RFID su di un caso specifico.

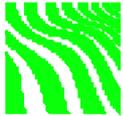
▪ **Gli investimenti nella gestione del progetto**

Per completare la valutazione degli investimenti iniziali necessari all'implementazione di una soluzione RFID, oltre agli investimenti in infrastruttura hardware e software è necessario sostenere anche un investimento per la gestione del progetto (da non confondere con le attività di gestione del sistema RFID, che invece fanno parte dei costi correnti annuali), la cui valorizzazione è di solito effettuata sulla base dei processi impattati dall'introduzione dell'RFID e della logica EPC e dal tempo ad essi dedicato. Le attività di gestione del progetto possono essere classificate in quattro diverse macro-categorie: "design", "realizzazione", "test e change management", "project management". Ciascuna attività viene valutata sulla base di un "driver di costo" (ad esempio il numero dei processi di filiera³⁰ impattati dalla tecnologia EPC/RFID) e di uno "sforzo", misurato in termini di giorni/uomo, tanto maggiore quanto più elevato è il grado di complessità dell'attività. La scala utilizzata per giudicare la complessità è strutturata su 3 livelli:

- basso [B], a cui corrisponde uno sforzo pari a 2 giorni/uomo;
- medio [M], a cui corrisponde uno sforzo pari a 4 giorni/uomo;
- alto [A], a cui corrisponde uno sforzo pari a 8 giorni/uomo.

La seguente tabella indica, per ciascuna attività di gestione del progetto e il driver di costo che lo guida. Sarà poi necessario, in dipendenza dello specifico progetto e delle relative aree di intervento trapiantare il livello di complessità da assegnare ad ogni singola voce.

³⁰ Per processi di filiera si intendono le macro-attività svolte presso i nodi della Supply chain, come ad esempio l'allestimento ordini e la spedizione.



Design	Driver di costo
Determinazione delle specifiche di business	N. processi impattati
Analisi dei processi e individuazione dei gap	N. processi impattati
Selezione e negoziazione di hardware e software	Grado maturità tecnologica
Disegno tecnico dell'infrastruttura	Grado maturità tecnologica
Disegno dei componenti degli applicativi	N. processi impattati
Realizzazione	
Applicativi per palman	N. processi impattati
Applicativi per operazioni di ricevimento/spedizione	N. processi impattati
Applicativi di reportistica	Utilizzo di strumenti pre-esistenti
Interfaccia con i sistemi di back end	N. flussi interfaccia
Test e change management	
Test sul prodotto	N. processi impattati
Test d'integrazione	100% effort Product Test
Roll-out e gestione del cambiamento	N. processi impattati
Gestione del progetto	
Project management	Percentuale sull'effort complessivo

Tabella 24: driver utilizzati per la stima dei costi delle attività di progetto

Si sottolinea che, oltre ai costi di realizzazione e gestione del progetto, in questa parte della suddivisione degli investimenti iniziali è fatto confluire anche i costi da sostenere per l'attività di formazione del personale operativo all'interno dello stabilimento produttivo.

Per avere un'indicazione di tali costi si veda oltre, all'interno dei box contenenti degli esempi concreti del costo di applicazione di sistemi RFID su di un caso specifico.

11.3.3.2 I costi correnti

I costi correnti, che vengono sostenuti ogni anno dagli attori della filiera, appartengono a quattro principali categorie:

- costi di manutenzione dell'infrastruttura hardware: si tratta di costi da sostenere per mantenere funzionante l'infrastruttura HW installata. Sono valutati come una percentuale sulla base dell'entità degli investimenti in hardware sostenuti dall'azienda;
- costi di reintegro del parco asset: si tratta del costo dei tag affissi sulle nuove barrique che entrano a far parte del parco asset a seguito di smarrimenti o sostituzioni;
- costi di taggatura delle bottiglie, dei colli e delle unità logistiche: si tratta del costo dei tag che vengono applicati ai prodotti e alle diverse configurazioni logistiche in essere presso l'azienda. Si ipotizza che una volta che i tag escono dal magazzino della cantina per essere consegnati ai propri clienti, essi non siano più recuperabili. Nella tabella 23, oltre al costo dei tag sono stati riportati anche i costi (a Tag) di una "taggatura" manuale. Nel caso di un'automazione di tale processo (ad esempio attraverso l'acquisto di un'apparecchiatura per l'effettuazione automatica della taggatura su bottiglie o su colli), tale costo si ridurrà drasticamente;
- costi di manutenzione del software: si tratta dei costi di gestione dei report per l'analisi e la sintesi delle informazioni rese disponibili dalla tecnologia e dei costi per le licenze dei sistemi acquistati;
- costi di aggiornamento della formazione: si tratta dei costi da sostenere per la formazione del nuovo personale che utilizzerà la tecnologia in radiofrequenza.



La tabella sottostante descrive le principali voci di costo relativi ai costi correnti del progetto. Si sottolinea che i costi dei tag che sono stati riportati si riferiscono a tag passivi, completi di supporto cartaceo o plastico di rivestimento e per quantitativi ordinati superiori alle 100.000 unità.

Costi correnti		
Categoria	Quantità	Costo
Manutenzione hardware	Percentuale rispetto all'investimento iniziale	-
Manutenzione software	• Percentuale rispetto all'investimento iniziale • Costo di aggiornamento delle licenze	-
Aggiornamento formazione	• Percentuale rispetto al costo iniziale • Formazione nuovi operatori	-
Costo tag (per quantità > 100.000 tag)		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF per bottiglia (€/tag)	-	0,11
Tag UHF per collo (€/tag)	-	0,11
Tag UHF per unità logistica	-	0,11
TOTALE		1.000 €
Taggatura bottiglie, colli ed unità logistiche		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF	1	
Installazione	0,5 min	0,125 €
TOTALE		

Tabella 23: sintesi dei costi correnti

Il costo dei tag RFID

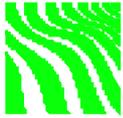
In riferimento al costo del tag si precisa che esso, ad oggi, dipende fortemente dalla sua tipologia e dalle sue caratteristiche, dalla quantità acquistata e dalla conformazione richiesta.

Per esempio relativamente ai costi dei tag descritti nelle precedenti tabelle (sintesi dei costi hardware e sintesi dei costi software) si sottolinea che:

- un costo di 8 €cent per tag è valido per il solo tag con inlay, della tipologia e delle caratteristiche dei tag scelti per l'applicazione sulle bottiglie (vedi Box 4), per un acquisto superiore ai 100.000 tag;
- un costo medio di 11 €cent per tag è valido per il tag posizionato su un'etichetta cartacea stampabile, per un acquisto superiore ai 100.000 tag. In caso si necessiti di un'altra tipologia di etichetta da accoppiare al tag, il costo dell'assemblato non è garantito e potrebbe variare in funzione delle caratteristiche dell'etichetta di supporto;
- relativamente ai tag scelti per l'applicazione sulle barrique, per un acquisto superiore ai 5.000 tag, il costo del tag, in funzione delle caratteristiche meccaniche (per esempio, il tipo di materiale di rinforzo del supporto), può variare tra 5 e 7 € per tag.

11.3.3.3 Esempi di calcolo degli investimenti e dei costi correnti

Di seguito sono riportati alcuni esempi di sintesi della valutazione che può essere effettuata per un progetto di implementazione in tecnologia EPC/RFID calato nella realtà di una azienda vinicola. In particolare si prenderà genericamente a riferimento la realtà analizzata presso l'azienda BARONE RICASOLI S.p.A., Agricola Cantine del Castello di Brolio a Gaiole in Chianti.



Esempio 1: Valutazione degli investimenti e dei costi correnti per la gestione e tracciabilità delle barrique (tag passivi)

Qual è l'investimento per implementare un sistema EPC/RFID per la gestione delle barrique all'interno di una cantina vinicola? E i relativi costi correnti per il suo mantenimento?

Si ipotizzi che l'azienda sia proprietaria di 5.000 barrique, che vuole gestire e tracciare attraverso l'impianto produttivo mediante un sistema con tecnologia in radiofrequenza e l'utilizzo di tag passivi. Come descritto precedentemente saranno da calcolare costi d'investimento (suddivisi in costi hardware, costi software e costi di progetto) e costi correnti da sostenere annualmente.

Gli investimenti in hardware

Si deve rispondere alla domanda: qual è l'infrastruttura necessaria per sostenere il processo di monitoraggio delle barrique di proprietà dell'azienda?

Le seguenti tabelle sintetizzano l'infrastruttura e l'esborso iniziale per l'implementazione del sistema. In questo caso è stata ipotizzata un'infrastruttura minima costituita da:

- 1 varco di lettura per gli ingressi/uscite nella barriera
- 2 muletti equipaggiati con sistemi EPC/RFID per la movimentazione delle botti
- 1 palmare brandeggiabile per le attività di verifica e di controllo delle barrique
- 5.000 tag passivi da applicare ad ogni barrique

È utile considerare una ridondanza dell'infrastruttura hardware per sopperire a rotture improvvise che potrebbero bloccare il processo (ad esempio, 2 muletti equipaggiati al posto di uno solo).

Costi in hardware		
Componente	Quantità	Costo
Sistema UHF per varco di lettura	1	7.250 €
Sistema UHF per muletto	2	5.050 €
Sistema UHF brandeggiabile	1	2.450 €
Tag passivi barrique	5.000	76.750 €
TOTALE		41.500 €

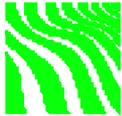
Gli investimenti in software

Rifacendosi alla descrizione precedentemente svolta, vista l'infrastruttura base scelta per l'hardware, si ipotizza l'implementazione di un middleware SW a cui si devono aggiungere i relativi costi di integrazione con i sistemi informativi aziendali (si tratta di un'integrazione necessaria per portare i dati del sistema RFID gestiti dal middleware al sistema software aziendale). La seguente tabella riporta la sintesi dei costi.

Costi in software	
Middleware	10.000 €
Integrazione software	1.500 €
TOTALE	11.500 €

Gli investimenti nella gestione del progetto

Ricapitolati nella seguente tabella i principali costi di gestione del prodotto per un'azienda che affronta per la prima volta l'argomento e la tecnologia in radiofrequenza.



Costi di gestione del progetto				
	Driver di costo	Livello di criticità	Unità	Costo
Design				
Definizione delle specifiche tecniche	N. persone impiegate	II	1	1.400€
Analisi dei processi e individuazione dei gap	N. persone impiegate	A	1	1.400€
Analisi e negoziazione di hardware e software	Costo materia tecnologica	II		1.400€
Design tecnico dell'infrastruttura	Costo materia tecnologica	A		1.400€
Design dei componenti degli edge node	N. persone impiegate	B	1	7.800€
Realizzazione				
Interventi nel sistema di back end	N. risorse umane	II	1	1.400€
Test e change management				
Test sul prototipo	N. persone impiegate	A	1	1.400€
Test sul sistema di back end	N. persone impiegate	B	1	7.800€
Formazione del personale				
Formazione	2 giorni di formazione per gli operatori			1.400€
TOTALE				28.000€

I costi correnti

In questo caso, all'interno dei costi correnti ricadono tutti i costi di manutenzione dell'hardware e del software che costituiscono l'infrastruttura tecnologica.

Sarà inserita una percentuale relativa all'eventuale reintegro del parco asset e all'aggiornamento della formazione per nuovi operatori che cominceranno ad interagire con la tecnologia.

In particolare, per il presente esempio, è stata ipotizzata una percentuale pari al 10% dell'investimento iniziale relativa alla manutenzione di hardware e software e una percentuale pari invece al 5% relativa alle barrique reintegrate annualmente rispetto a quelle che costituiscono il parco asset.

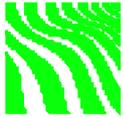
Costi correnti	
Categoria	Costo
Manutenzione hardware	1.500€
Manutenzione software	1.100€
Reintegro barrique	1.300€
Appuntamento formazione	1.400€
TOTALE	5.400€

Sintetizzando quanto descritto precedentemente, per l'esempio riportato nel box, il valore indicativo degli investimenti e dei costi correnti annuali risulta il seguente.

INVESTIMENTI (€)	
Tipologia	Costo totale
Hardware	11.500€
Software	11.500€
Gestione del progetto	5.000€
TOTALE INVESTIMENTI	38.000€
COSTI CORRENTI (€/ANNO)	
TOTALE COSTI CORRENTI	5.400€

Successivamente questi costi saranno tragguradati con i benefici ottenibili dall'utilizzo del sistema EPC/RFID per ricavare degli indici economici utili a riflettere sulla fattibilità o meno dell'investimento.

Box 6: esempio di valutazione degli investimenti e dei costi correnti per la gestione e la tracciabilità delle barrique



Esempio 2 : Valutazione degli investimenti e dei costi correnti per il fine linea produttivo

Qual è l'investimento per implementare un sistema EPC/RFid nel fine linea produttivo costituito primariamente da un conveyor per la movimentazione delle bottiglie e dei colli? Ed i relativi costi correnti per il suo mantenimento?

Si ipotizzi che l'azienda produca circa 100.000 bottiglie di vino all'anno e che crei dei colli da 6 bottiglie ciascuno (è la prospettiva più cautelativa poiché anche ipotizzando che ci siano cartoni da 8 e 12 bottiglie, il numero di tag valutato in questo esempio sarà sicuramente superiore). I cartoni necessari alla movimentazione delle bottiglie di vino saranno quindi circa 16.670.

Si vuole valutare l'etichettatura delle bottiglie e dei cartoni mediante un sistema con tecnologia in radiofrequenza e l'utilizzo di tag passivi.

Come definito nel Box 3, ci sono due possibili soluzioni che, dal punto di vista economico, divergono solo per la presenza di una stampante aggiuntiva nella soluzione 2.

L'esempio sarà modellato quindi sulla soluzione 1 e riporterà infine una sintesi degli investimenti e dei costi correnti anche per la soluzione 2.

Come descritto precedentemente saranno da calcolare costi d'investimento (suddivisi in costi hardware, costi software e costi di gestione del progetto) e costi correnti da sostenere annualmente.

Gli investimenti in hardware

Si deve rispondere alla domanda: qual è l'infrastruttura necessaria per sostenere il processo di etichettatura, scrittura e verifica del tag su una rulliera automatizzata che costituisce il fine linea produttivo?

Le seguenti tabelle sintetizzano l'infrastruttura e l'esborso iniziale per l'implementazione del sistema. In questo caso è stata ipotizzata un'infrastruttura minima costituita da:

- 1 stampante di tag RFid (ne occorreranno 2 per la soluzione 2 descritta nel Box 3)
- 1 sistema UHF di scrittura/lettura costituito da due antenne e un reader

Costi in hardware		
Componente	Quantità	Costo
Sistema UHF di scrittura/lettura	1	7.000 €
1 Stazione di stampa di tag RFid	1	2.550 €
TOTALE		9.550 €

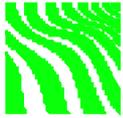
Il costo del sistema UHF di scrittura/lettura risulta meno costoso di un varco di lettura poiché manca la struttura metallica di supporto; inoltre è stato ipotizzato l'utilizzo di 2 sole antenne, anche se dalle caratteristiche più avanzate per poter "leggere" senza problemi anche in presenza di liquido.

Si sottolinea che la presente valutazione non riporta l'investimento in infrastruttura accessoria (per esempio, una nuova rulliera da utilizzare come scambio "morto" per le bottiglie con applicato un tag non letto). Si tratta di infrastruttura non tecnologica che non è quindi stata analizzata nel presente esempio.

Gli investimenti in software

Rifacendosi alla descrizione precedentemente svolta, vista l'infrastruttura base scelta per l'hardware, si ipotizza l'implementazione di un middleware SW a cui si devono aggiungere i relativi costi di integrazione con i sistemi informativi aziendali. La seguente tabella riporta la sintesi dei costi.

Costi in software	
Middleware	10.000 €
Integrazione software	1.500 €
TOTALE	11.500 €



Gli investimenti nella gestione del progetto

Ricapitolati nella seguente tabella i principali costi di gestione del prodotto per un'azienda che affronta per la prima volta l'argomento e la tecnologia in radiofrequenza.

Costi di gestione del progetto				
	Driver di costo	Livello di criticità	Unità	Costo
Design				
Determinazione delle specifiche di business	h persona impattata	II	1	1.400€
Analisi del processo e individuazione dei tag	h persona impattata	A	1	3.400€
Selezione e acquisizione di hardware e software	risorse/risorsa tecnologica	II	1	1.400€
Design tecnico dell'infrastruttura	risorse/risorsa tecnologica	A	1	3.400€
Caricamento componenti degli applicativi	h persona impattata	M	1	1.500€
Realizzazione				
Integrazione con i sistemi di back end	h risorsa specializzata	II	1	1.400€
Test e change management				
Test sul prodotto	h persona impattata	A	1	3.400€
Test di costi e gestione del cambiamento	h persona impattata	M	1	1.500€
Formazione del personale				
Formazione	h giornata di formazione per gli operatori			1.400€
TOTALE				28.600€

I costi correnti

All'interno dei costi correnti ricadono tutti i costi di manutenzione dell'hardware e del software che costituiscono l'infrastruttura tecnologica e anche il costo dei tag da applicare annualmente al flusso di bottiglie e di cartoni che vengono considerati asset a perdere e quindi devono essere annualmente sostituiti.

Nel presente esempio si ipotizza di acquistare 100.020 tag per le bottiglie e 16.670 tag per i cartoni ad un costo di 0,11 € per tag.

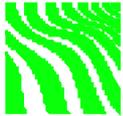
Sarà inserita una percentuale relativa all'aggiornamento della formazione per nuovi operatori che cominceranno ad interagire con la tecnologia.

In particolare, per il presente esempio, è stata ipotizzata una percentuale pari al 10% dell'investimento iniziale relativa alla manutenzione di hardware e software.

Costi correnti	
Categoria	Costo
Manutenzione hardware	925 €
Manutenzione software	1.150 €
Acquisto ed installazione tag HI Id	17.850 €
Aggiornamento formazione	1.400 €
TOTALE	16.335 €

Sintetizzando quanto descritto precedentemente, per l'esempio riportato nel box, il valore degli investimenti e dei costi correnti annuali risulta quanto segue.

INVESTIMENTI (€)	
Tipologia	Costo totale
Hardware	9.500€
Software	11.100€
Sezione del progetto	78.000€
TOTALE INVESTIMENTI	99.600 €
COSTI CORRENTI (€/ANNO)	
TOTALE COSTI CORRENTI	16.335 €



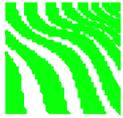
Come precedentemente sottolineato, la tabella riassuntiva precedente si rifà alla soluzione 1 descritta nel Box 3.

Per una sintesi degli investimenti e dei costi correnti relativi alla soluzione 2 basterà aggiungere negli investimenti il costo di un sistema RFID di stampa/verifica dei tag.
I risultati finali sono quindi riportati nella seguente tabella.

INVESTIMENTI (€)	
Tipologia	Costo totale
Hardware	11.100€
Software	11.500€
Realizzazione del progetto	26.000€
TOTALE INVESTIMENTI	48.600 €
COSTI CORRENTI (€/ANNO)	
TOTALE COSTI CORRENTI	16.610 €

Successivamente questi costi saranno tralasciati con i benefici ottenibili dall'utilizzo del sistema EPC/RFID per ricavare degli indici economici utili a riflettere sulla fattibilità o meno dell'investimento.

Box 7: esempio di valutazione degli investimenti e dei costi correnti per il fine linea produttivo



Esempio 3 : Valutazione degli investimenti e dei costi correnti per la gestione e tracciabilità delle barrique tramite tag attivi (geolocalizzazione delle barrique)

Qual è l'investimento per implementare un sistema EPC/RFID per la gestione delle barrique tramite tag attivi all'interno di una cantina vinicola? E i relativi costi correnti per il suo mantenimento?

Si ipotizzi che l'azienda sia proprietaria di 5.000 barrique che vuole gestire e tracciare attraverso l'impianto produttivo mediante un sistema con tecnologia in radiofrequenza e l'utilizzo di tag attivi.

Come descritto precedentemente saranno da calcolare costi d'investimento (suddivisi in costi hardware, costi software e costi di progetto) e costi correnti da sostenere annualmente.

Gli investimenti in hardware

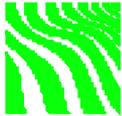
Si deve rispondere alla domanda: qual è l'infrastruttura necessaria per sostenere il processo di monitoraggio delle barrique di proprietà dell'azienda?

Le seguenti tabelle sintetizzano l'infrastruttura e l'esborso iniziale per l'implementazione del sistema. In questo caso è stata ipotizzata un'infrastruttura minima costituita da:

- 4 access point di fascia alta
- 6 access point standard
- 5.000 tag attivi da applicare alle barrique

E' escluso da questo elenco il costo della macchina server e del client utilizzati per geolocalizzare le barrique. Si assume che sia possibile utilizzare le macchine già presenti, altrimenti occorre aggiungere questi costi (semplicemente un personal computer e un notebook/laptop, senza particolari esigenze a livello pre-stazionale).

Costi in hardware		
Componente	Quantità	Costo
Tag UHF attivo modello I 301A	5000	155.000€
Access point HiPower (a 5mW)	4	1.700
Access point standard	6	740€
Installazione e configurazione	1	10.000€
TOTALE		166.440 €



Gli investimenti in software

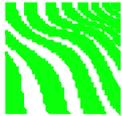
Rifacendosi alla descrizione precedentemente svolta, vista l'infrastruttura base scelta per l'hardware, si ipotizza l'implementazione di un middleware SW di integrazione a cui si devono aggiungere i relativi costi di integrazione con i sistemi informativi aziendali. La seguente tabella riporta la sintesi dei costi.

Costi in software	
Software e servizio di ricerca dei tag	130.000 €
Software di calibrazione ambientale	1.495 €
Sviluppo dell'applicazione per il terminale in reparto e integrazione SI (stima estremamente variabile in base alle reali esigenze)	15.000 €
TOTALE	146.495 €

Gli investimenti nella gestione del progetto

Ricapitolati nella seguente tabella i principali costi di gestione del prodotto per un'azienda che affronta per la prima volta l'argomento e la tecnologia in radiofrequenza.

Costi di gestione del progetto				
	Driver di costo	Livello di criticità	Unità	Costo
Design				
Determinazione delle specifiche di business	N. processi impattati	B	1	1.400 €
Analisi dei processi e individuazione dei gap	N. processi impattati	A	1	5.600 €
Selezione e negoziazione di hardware e software	Grado maturità tecnologica	B	-	1.400 €
Definizione tecnico dell'infrastruttura	Grado maturità tecnologica	A	-	5.600 €
Design dei componenti degli applicativi	N. processi impattati	M	1	2.800 €
Realizzazione				
Interfaccia con i sistemi di back-end	N. flussi interfaccia	B	1	1.400 €
Test e change management				
Test sul prodotto	N. processi impattati	A	1	5.600 €
Roll out e gestione del cambiamento	N. processi impattati	H	1	2.800 €
Formazione del personale				
Formazione	2 giornate di formazione per gli operatori			2.000 €
TOTALE				28.600 €



Sarà inserita una percentuale relativa all'eventuale reintegro del parco asset e all'aggiornamento della formazione per nuovi operatori che cominceranno ad interagire con la tecnologia.

In particolare, per il presente esempio, è stata ipotizzata una percentuale pari al 10% dell'investimento iniziale relativa alla manutenzione di hardware e software e una percentuale pari invece al 5% relativa alle barrique reintegrati annualmente rispetto a quelli che costituiscono il parco asset.

Costi correnti	
Categoria	Costo
Manutenzione hardware	16.644 €
Rintegro barrique	7.750 €
Aggiornamento formazione	1.400 €
TOTALE	25.794 €

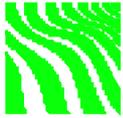
Costi correnti (opzionali)	
Categoria	Costo
Supporto programma di calibrazione (costo annuo)	769 €
Supporto cinque di ricerca, assistenza hardware e aggiornamenti software (costo annuo)	23.400 €
TOTALE	23.669 €

Sintetizzando quanto descritto precedentemente, per l'esempio riportato nel box, il valore degli investimenti e dei costi correnti annuali risulta quanto segue.

INVESTIMENTI (€)	
Tipologia	Costo totale
Hardware	166.440 €
Software	146.495 €
Gestione del progetto	78.600 €
TOTALE INVESTIMENTI	341.535 €
COSTI CORRENTI (€/ANNO)	
TOTALE COSTI CORRENTI	25.794 €
TOTALE COSTI CORRENTI (opzionale)	23.669 €

Successivamente questi costi saranno tragguradati con i benefici ottenibili dall'utilizzo del sistema EPC/RFID per ricavare degli indici economici utili a riflettere sulla fattibilità o meno dell'investimento.

Box 8: esempio di valutazione degli investimenti e dei costi correnti per l'utilizzo dei tag attivi



AGRICONSULTING S.p.A.



12 Altre tecnologie (diverse dall RFID) per il trasferimento al consumatore finale delle informazioni derivanti dai sistemi di rintracciabilità

12.1 Premessa



AGRICONSULTING S.p.A.



APPENDICI

A. Agriconsulting Spa

Fondata nel 1966 da un gruppo di imprenditori agricoli con l'obiettivo di contribuire all'affermazione di una moderna agricoltura, Agriconsulting ha maturato nel tempo una vasta gamma di competenze, fino a divenire una società leader sia in Italia che all'estero.

Attualmente presente in oltre 100 Paesi del mondo, il Gruppo Agriconsulting è un riferimento sicuro e affidabile nei servizi e nella ricerca per l'agricoltura, l'agroalimentare, l'agroindustria, l'agroenergia, l'ambiente, la pianificazione territoriale e lo sviluppo economico ed istituzionale in generale. Nelle sue sedi in Italia ed all'estero operano stabilmente circa 220 persone, mentre mediamente altri 500 esperti esterni operano sui vari progetti in corso.

B. Indicod-Ecr

Indicod-Ecr è l'associazione italiana, no profit, che raggruppa oltre 33mila imprese industriali e distributive operanti nel settore dei beni di largo consumo e che si occupa dell'ideazione e della diffusione degli standard e dei modelli, adottati a livello mondiale, alla base della comunicazione e della relazione tra aziende e consumatori. Il suo segno più conosciuto è il codice a barre, base del sistema GS1 di identificazione automatica dei prodotti.

Nata nel 1978, Indicod-Ecr è impegnata costantemente perché queste soluzioni siano sempre più efficienti, efficaci e diffuse, a beneficio delle imprese e del consumatore finale. Con l'attenzione sempre rivolta all'innovazione. Oggi i sistemi, gli standard e i linguaggi Indicod-Ecr sono utilizzati milioni di volte, ogni giorno, da imprese e consumatori.

C. Il laboratorio EPC

Nel 2004 Indicod-Ecr avvia le attività di sviluppo dello standard Electronic Product Code (EPC), un sistema per l'identificazione automatica dei prodotti attraverso la radiofrequenza. Non più una mano con un lettore ottico, ma un tag che emette un segnale radio, delle antenne che lo captano e lo inviano a un sistema operativo di gestione.

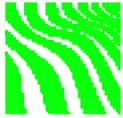
Nel 2007 nasce l'EPC Lab, il laboratorio di sperimentazione della tecnologia RFID/EPC realizzato da Indicod-Ecr e dalla School of Management del Politecnico di Milano in collaborazione con Hewlett-Packard e Telecom Italia. L'obiettivo del laboratorio è di eseguire studi di fattibilità e testare l'implementazione della tecnologia RFID/EPC nell'ambito dei processi operativi della supply chain. L'attività dell'EPC Lab rappresenta l'occasione per consolidare le performance e l'affidabilità di questa tecnologia innovativa, per valutarne prestazioni, potenzialità, limiti e criticità e per sviluppare il know-how da trasferire poi alle aziende che aderiscono a Indicod-Ecr, che potranno così trarne i massimi benefici anche a livello di filiera.

D. Il partner della sperimentazione con i tag attivi

KING è una società specializzata nell'assistere le aziende clienti ad orientarsi verso le nuove tecnologie. In ambito RFID opera in qualità di system integrator ed offre una consulenza progettuale completa per l'introduzione delle tecnologie RFID e di geolocalizzazione indoor nei processi di business.

E. I partner tecnologici dell'EPC Lab

Nell'attività dell'EPC Lab, **Indicod-Ecr** collabora con partner di primo piano che condividono con l'Istituto gli obiettivi dell'iniziativa: **la School of Management del Politecnico di Milano e Telecom Italia.**



AGRICONSULTING S.p.A.



Inoltre al progetto partecipano: **Bizerba, Checkpoint Systems Italia, Chep, Datalogic, Incas Group, Intermec, Jungheinrich, King Company, Lxe, Ncr, OMS Group, Printronix, Scaff System, T-Trade, Teleshelf, Toshiba Tec Italia, Upm Raflatac, Warelite, Zebra.**
