


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI VERONA
SCHEDA DI PRESENTAZIONE “JOINT PROJECTS 2011”
A) TITOLO DEL PROGETTO DI RICERCA

Tracciabilità integrata e verifica di processo in tempo reale applicata alla produzione di farine da cereali biologici macinati a pietra (E-FLOUR).

B) DURATA DEL PROGETTO (annuale o biennale)

ANNUALE BIENNALE Data di inizio: 1 maggio 2012

C) TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ DI RICERCA

RICERCA APPLICATA/INDUSTRIALE	<input type="checkbox"/>
SVILUPPO PRE-COMPETITIVO	<input checked="" type="checkbox"/>
RICERCA DI BASE	<input type="checkbox"/>
INNOVAZIONE DELLE STRUTTURE DI RICERCA UNIVERSITARIE ED AZIENDALI	<input type="checkbox"/>

D) AREA SCIENTIFICA, PAROLE CHIAVE RIFERITE AL PROGETTO

AREA CUN Specificare l'Area CUN di riferimento per il progetto (cliccare qui)	Area 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione Area 07 - Scienze agrarie e veterinarie
SSD riferito al progetto	ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
Categoria ISI-CRUI Specificare la categoria ISI-CRUI per il progetto (cliccare qui)	Computer Science & Engineering Food Science/Nutrition
Parole chiave Individuare 5 parole chiave selezionate dall'elenco (cliccare qui) (qualora non fossero presenti termini adatti si possono specificare ulteriori voci)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelli 2. Processo 3. Tracciabilità 4. Dati semistrutturati temporali 5. Alimentazione 6. Microbiologia alimentare 7. Tag RFID 8. Workflow

E) SOGGETTI PROPONENTI

COORDINATORE SCIENTIFICO (Personale accademico strutturato)	
Cognome Nome	Quaglia Davide
SSD	ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
Ruolo	Ricercatore confermato
Dipartimento di appartenenza	Dipartimento di Informatica
n. tel., n. fax	Tel +39 045 802 7811 / Fax +39 045 802 7068
e-mail	davide.quaglia@univr.it

DATI DEL DIPARTIMENTO	
Denominazione	Dipartimento di Informatica
Via, n. civico, CAP, Luogo, Prov.	Strada le Grazie, 15 - 37134 Verona (Italy)
Direttore del Dipartimento	
Cognome Nome	Prof. Carlo Combi

DATI DEL DIPARTIMENTO	
Denominazione	Dipartimento di Biotecnologie
Via, n. civico, CAP, Luogo, Prov.	Strada le Grazie, 15 - 37134 Verona (Italy)
Direttore del Dipartimento	
Cognome Nome	Prof. Giovanni Vallini

DATI DELL'IMPRESA/ENTE	
Ragione Sociale	Antico Molino Rosso s.r.l.
Sede Legale	
Via, n. civico, CAP, Luogo, Prov.	Via Bovolino, 1 - 37060 Buttapietra (VR)
P. IVA. – C.F.	02530440235
Sito web	http://www.molinososso.com/
Classificazione ISTAT – ATECO 2007 Indicare il codice relativo (cliccare qui)	10.61 – Lavorazione di cereali da agricoltura biologica.
Rappresentante Legale	
Cognome Nome	Mirandola Gaetano
n. tel. n. fax	Tel. 045 6660506 - Fax. 045 6668000
e-mail	gaetano@molinososso.com

F) PARTECIPANTI DELLE UNITÀ DI RICERCA

UNITÀ DI RICERCA presso DIPARTIMENTO DI INFORMATICA		
Responsabile scientifico dell'Unità		
Cognome Nome	Quaglia Davide	
Data di nascita	30 ottobre 1974	
SSD	ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI	
Posizione	Ricercatore confermato	
Struttura di appartenenza (Dipartimento/Centro)	Dipartimento di Informatica	
n. tel., n. fax	Tel +39 045 802 7811 / Fax +39 045 802 7068	
e-mail	davide.quaglia@univr.it	
pagina web personale	http://www.di.univr.it/~quaglia	
n. mesi uomo imputati al progetto	1 PM	
costo personale strutturato imputato al progetto	Costo effettivo annuo lordo 53196,93 _____ X n. mesi uomo 11 mesi lavorativi	Totale Euro 4836,09

UNITÀ DI RICERCA presso DIPARTIMENTO DI BIOTECNOLOGIE		
Responsabile scientifico dell'Unità		
Cognome Nome	Torriani Sandra	
Data di nascita	26 aprile 1956	
SSD	AGR/16 MICROBIOLOGIA AGRARIA	
Ruolo	Professore ordinario	
Struttura di appartenenza (Dipartimento/Centro)	Dipartimento di Biotecnologie	
n. tel., n. fax	Tel: +39 045 802 7921 / Fax: +39 045 802 7928	
e-mail	sandra.torriani@univr.it	
pagina web personale		
n. mesi uomo imputati al progetto	1 PM	
costo personale strutturato imputato al progetto	Costo effettivo annuo lordo 99352,00 ————— X n. mesi uomo 11 mesi lavorativi	Totale Euro 9032,00

UNITÀ DI RICERCA presso ANTICO MOLINO ROSSO	
Responsabile scientifico dell'Unità	
Cognome Nome	Mirandola Gaetano
Data di nascita	12 Settembre 1963
Posizione	Amministratore unico.
n. tel., n. fax	Tel. 045 6660506 - Fax. 045 6668000
e-mail	gaetano@molinorosso.com
n. mesi uomo imputati al progetto	0
costo unitario mensile	-
costo totale imputato al progetto	Totale Euro 0
Costo mensile x n. mesi uomo	

UNITÀ DI RICERCA presso ANTICO MOLINO ROSSO	
Partecipante N. 1	
Cognome Nome	De Fanti Federica
Data di nascita	02 Marzo 1974
Posizione	Lavoratrice a tempo indeterminato
n. tel., n. fax	Tel. 045 6660506 - Fax. 045 6668000
e-mail	federica@molinorosso.com
n. mesi uomo imputati al progetto	2,75 PM
costo unitario mensile	2792,73
costo totale imputato al progetto	Totale Euro: 7680,00
Costo mensile x n. mesi uomo	

G) SOMMARIO DEL PROGETTO DI RICERCA

Il progetto ha come obiettivo principale quello di unire l'identificazione mediante etichette, la tracciabilità nel processo di produzione delle farine da diversi cereali, il monitoraggio degli apparati produttivi e della qualità nutrizionale e microbiologica delle materie prime. L'insieme delle informazioni ottenute saranno sfruttate per una verifica in tempo reale della qualità del processo produttivo e del prodotto alimentare finito e per la pubblicazione delle relative informazioni sulla qualità del prodotto verso i consumatori.

Il partner industriale è l'Antico Molino Rosso, una piccola ma vivace realtà dell'industria molitoria che si contraddistingue per il fatto di sensibilizzare e incoraggiare le aziende agricole a coltivare con metodo Biologico un'ampia gamma di antiche varietà di cereali e nell'uso delle macine in pietra naturale (macina a palmenti), al fine di preservare le proprietà nutrizionali delle farine. Accanto alle farine una linea di prodotto innovativo proposto dall'azienda è il lievito madre ottenuto da tre diversi tipi di impasto.

Il progetto sarà articolato nelle seguenti attività:

- lo studio di una metodologia di **tracciabilità integrata** per inserire nel processo produttivo, in maniera trasparente all'operatore, le operazioni di identificazione automatica, monitoraggio della qualità delle materie prime e degli apparati di produzione.
- la creazione di un **Data Fusion Engine** per la raccolta di tutte queste informazioni e la loro organizzazione in archivio. Tali informazioni potranno essere utilizzate dal sistema informativo tradizionale, messe a disposizione attraverso diversi canali di comunicazione e usate per la generazione di segnalazioni in caso di anomalie del processo produttivo. Un aspetto fondamentale sarà la pubblicazione delle relative informazioni sulla qualità del prodotto.
- lo studio di una metodologia e creazione di uno strumento per la **verifica in tempo reale** dell'andamento di un processo produttivo a partire dalla sua descrizione formale e dalle informazioni raccolte dal Data Fusion Engine e provenienti dai sistemi di identificazione automatica, dagli apparati di produzione e dagli strumenti di analisi delle materie prime.
- l'applicazione dei concetti di tracciabilità integrata e verifica in tempo reale ai processi di **produzione di farine di cereali e lievito madre**. Particolare attenzione verrà data all'automatizzazione della raccolta delle informazioni per minimizzare l'intervento umano nell'identificazione automatica di oggetti e nella acquisizione di dati dagli strumenti di analisi delle materie prime e dagli apparati produttivi.

Data Fusion Engine e strumento per la verifica in tempo reale del processo produttivo saranno ottenuti come **estensioni di Workflow Management System esistenti** nei quali si sfrutteranno gli aspetti di adattabilità e gestione delle eccezioni.

H) MOTIVAZIONI DELLA RICERCA

La tracciabilità delle materie prime e dei prodotti finiti nell'ambito dei processi di produzione alimentare è condizione necessaria per poter garantire ad una platea di cittadini-consumatori sempre più consapevole ed istruita prodotti di qualità superiore a quanto definito per legge.

Da qualche anno alcuni concetti e metodologie stanno cambiando radicalmente i processi produttivi e di trasporto delle merci:

- **Identificazione e tracciabilità automatica:** capacità di identificare oggetti durante la

produzione, trasporto e vendita mediante tecniche automatiche a basso costo come codici a barre e etichette radio (tag RFID).

- **Reti di sensori:** sistemi embedded a basso costo collegati tra loro mediante reti di campo o reti wireless in grado di raccogliere dati ambientali – come temperatura, umidità – oppure segnalazioni e misure provenienti da apparati di analisi e di produzione.

Come si può vedere in Figura 1, attualmente si osserva **la mancanza di una visione integrata** nell'utilizzo di queste tecnologie nel processo produttivo; ad esempio:

1. una segnalazione di guasto da parte di un apparato genera direttamente un allarme sonoro;
2. la lettura di etichette intelligenti (codici a barre o RFID) è collegata direttamente al programma gestionale per la creazione della fattura ma non viene usata durante altre fasi del processo produttivo.

Le stesse tecnologie potrebbero invece essere impiegate in maniera integrata; ad esempio, la **rivelazione del guasto** dell'apparato, unito all'**identificazione automatica** dell'oggetto in lavorazione in quel momento, permetterebbe un **monitoraggio della qualità della produzione** che è una funzionalità decisamente più raffinata della semplice emissione di un allarme.

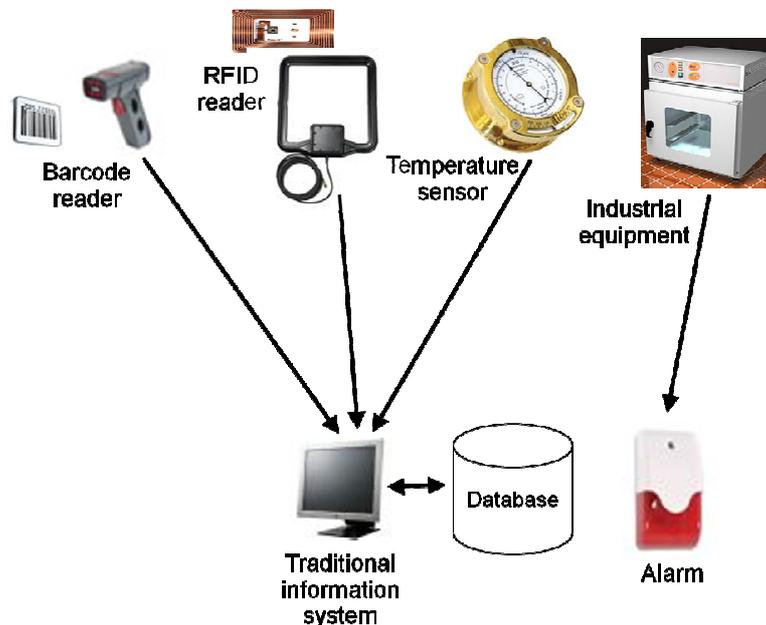


Figura 1. Tracciabilità automatica e reti di sensori in un contesto tradizionale.

Un altro esempio deriva dalla produzione industriale di farine e lievito madre. La produzione attraversa diverse fasi con controlli sulle qualità della materia prima (qualità nutrizionale e presenza di residui chimici o contaminanti microbiologici) e dei prodotti finali (stabilità nel tempo delle qualità nutrizionali e microbiologica delle farine e del lievito madre). Attualmente, anche in presenza di identificazione automatica, il rispetto dei vincoli è lasciato all'esperienza dell'operatore e, in caso di errori, la difettosità del prodotto può essere rivelata in ritardo con grave danno economico.

Ciò che manca all'architettura della Figura 1 per sfruttare meglio tracciabilità automatica e monitoraggio ambientale è:

1. una **maggiore automazione dell'identificazione e del monitoraggio ambientale e degli apparati** ancora affidati a letture manuali soggette a errori;
2. una metodologia e un componente software del sistema informatico in grado di **fondere i dati** provenienti dalla lettura di etichette, dagli apparati produttivi e dal monitoraggio ambientale in modo da usarli in maniera trasparente nella business intelligence aziendale (ad es. per generare

fatture, per controllare la qualità, per generare segnalazioni di anomalie);

3. una metodologia e un componente software che, a partire da una descrizione formale del processo produttivo, esamini i dati provenienti dalla lettura di etichette, dagli apparati produttivi e dal monitoraggio ambientale per **verificare in tempo reale** che il modello di processo sia rispettato generando opportuni allarmi o contro-misure in caso contrario.

Colmare queste lacune porterebbe ad un grande miglioramento nella produzione e nella logistica.

In particolare, **la produzione di alimenti risente molto di queste lacune** a causa dei seguenti requisiti:

1. rigoroso rispetto di vincoli temporali e di condizioni ambientali;
2. gestione in un unico impianto di prodotti diversi, ciascuno con i proprie fasi e vincoli;
3. necessità di limitare l'intervento umano per evitare contaminazioni;
4. tempi lunghi di produzione che rendono il controllo di qualità economicamente insostenibile se fatto alla fine del processo.

Gli obiettivi del progetto si prefiggono di colmare queste lacune come spiegato in seguito.

I) OBIETTIVI DEL PROGETTO DI RICERCA

Il progetto ha i seguenti obiettivi.

Studio di una metodologia di **tracciabilità integrata** per inserire nel processo produttivo, in maniera trasparente all'operatore, le operazioni di identificazione automatica, monitoraggio della qualità nutrizionale e microbiologica delle materie prime (farine e lievito madre) e degli apparati di produzione.

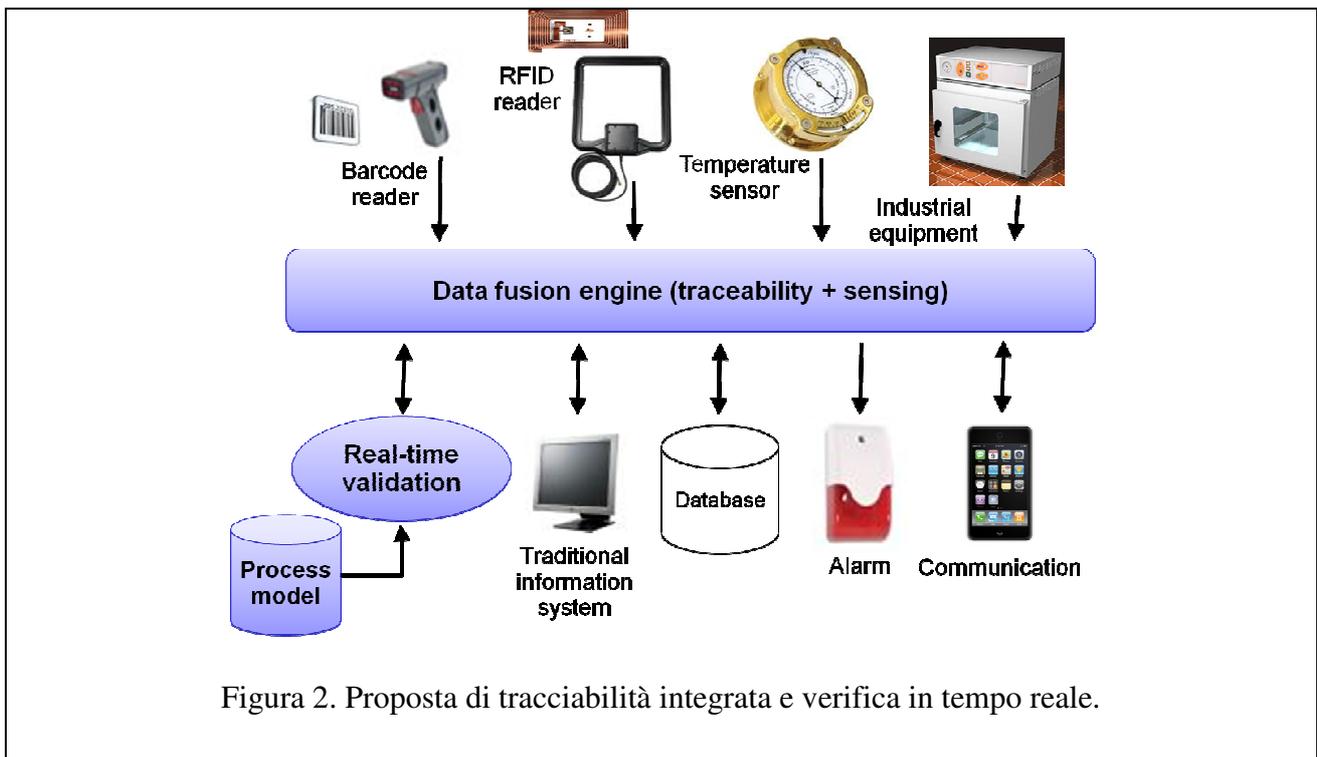
Creazione di un **Data Fusion Engine** per la raccolta di tutte queste informazioni e la loro organizzazione in archivio. Tali informazioni potranno essere utilizzate dal sistema informativo tradizionale, messe a disposizione attraverso diversi canali di comunicazione (anche ai consumatori finali) e usate per la generazione di segnalazioni in caso di anomalie del processo produttivo.

Studio di una metodologia e creazione di uno strumento per la **verifica in tempo reale** dell'andamento di un processo produttivo a partire dalla sua descrizione formale e dalle informazioni raccolte dal Data Fusion Engine provenienti dai sistemi di identificazione automatica, dagli apparati di produzione e dai sensori ambientali.

Applicazione dei concetti di tracciabilità integrata e verifica in tempo reale ai processi di **produzione di farine di cereali e lievito madre**. Particolare attenzione verrà data all'automatizzazione della raccolta delle informazioni per minimizzare l'intervento umano nell'identificazione automatica di oggetti e nella acquisizione di dati dagli strumenti di analisi e dagli apparati produttivi.

Data Fusion Engine e strumento per la verifica in tempo reale del processo produttivo saranno ottenuti come **estensioni di Workflow Management System esistenti** nei quali si sfrutteranno gli aspetti di adattabilità e gestione delle eccezioni.

In riferimento alle lacune descritte nella precedente sezione, la Figura 2, rapportata alla Figura 1, evidenzia le innovazioni introdotte con questo progetto.



J) PRESUPPOSTI SCIENTIFICI, STATO DELL'ARTE E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Il progetto si basa sui concetti di identificazione automatica, reti di sensori, modellazione di un processo alimentare di produzione di farine e lievito madre, sicurezza e qualità alimentare.

L'**identificazione automatica** è l'insieme di tecniche per il riconoscimento di un oggetto attraverso codici a barre ed etichette RFID[1]. Uno standard molto importante per lo scambio di informazioni basato su codici associati ai prodotti è promosso da EPCGlobal[2].

Le **reti di sensori** sono un concetto che ha preso piede nell'ultimo decennio per identificare insiemi di sistemi embedded a basso costo e a basso consumo di energia, in grado di acquisire dati dall'ambiente in maniera capillare e di trasmetterli verso le reti tradizionali per l'elaborazione [3].

La **modellazione di processo** è tecnica che permette una descrizione formale di un business process dove unità di lavoro atomiche (task) vengono assegnate a entità di esecuzione (agent). Le istanze di uno schema vengono chiamate casi. Un agente può essere sia un software che un essere umano che una combinazione dei due [4]. I Workflow Management Systems (WfMS) sono sistemi informatici che hanno come obiettivo quello di migliorare i processi aziendali tramite l'automazione dell'assegnamento dei loro task alle unità di esecuzione gestendo le informazioni ed integrandole all'interno di un'organizzazione [5].

Per quanto riguarda la **sicurezza e qualità alimentare**, i prodotti da agricoltura convenzionale presentano tendenzialmente concentrazioni più alte di residui chimici, mentre nei prodotti da agricoltura biologica sono generalmente ritrovate concentrazioni più elevate di composti tossici di origine biologica, come le micotossine prodotte dalle muffe [6]. Il **monitoraggio del contenuto di micotossine** nei cereali da agricoltura biologica con metodiche sensibili e affidabili come l'immuno-cromatografia [7] è quindi fondamentale per selezionare le partite di grano sicuro e poter garantire ai consumatori un prodotto affidabile. Dopo la selezione dei cereali, la scelta del metodo

di molitura è un altro fattore di fondamentale importanza per poter ottenere farine di elevata qualità e ad elevato valore nutrizionale. In particolare la **molitura a freddo con macina a pietra** consente di preservare gli elementi essenziali presenti nel germe di grano, tra cui la **vitamina E (tocoferolo)** [8]. La vitamina E, oltre ad essere un importante fattore nutrizionale per l'uomo contribuisce a preservare la farina nel tempo grazie al suo **potere antiossidante** [8].

Le micotossine sono un importante fattore di rischio presente anche nel lievito madre (impasto fermentato da popolazioni complesse costituite da lieviti e batteri lattici), in quanto può essere soggetto all'attacco da parte delle muffe. Nel lievito madre esiste anche la potenziale soluzione del problema, in quanto alcuni **ceppi di batteri lattici sono in grado di inibire lo sviluppo di muffe** [9] o di **abbassare la concentrazione di micotossine nell'impasto** [10].

Per ulteriori dettagli sullo stato dell'arte si rimanda all'ultima parte della sezione K.

- [1] AIM Inc., "Radio Frequency Identification RFID - A basic primer", <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/RFIDPrimer.pdf>
- [2] EPCglobal Inc., <http://www.epcglobalinc.org/>
- [3] "Wireless Systems for Environmental Monitoring", Xbow Inc. http://www.xbow.com/Products/Product_pdf_files/Wireless_pdf/Smart_Dust_AppNote.pdf
- [4] F. Casati, S. Ceri, B. Pernici, and G. Pozzi. Conceptual Modeling of Workflows. In M. P. Papazoglou, editor, Proceedings of the OOER'95, 14th International Object-Oriented and Entity-Relationship Modelling Conference, volume 1021, pages 341–354. Springer-Verlag, 1995.
- [5] Workflow Management Coalition. Reference Model. <http://www.wfmc.org/standards/referencemodel.htm>.
- [6] Finamore A., Britti M.S., Roselli M., Bellovino D., Gaetani S., Mengheri E. (2004). Novel approach for food safety evaluation. Results of a pilot experiment to evaluate organic and conventional foods. J Agric Food Chem. 52: 7425-7431.
- [7] Takino M, Tanaka H, Tanaka T. (2011). Multi mycotoxin analysis in food products using immunoaffinity extraction. Methods Mol Biol. 747: 259-266.
- [8] MereteMoller N., Ase H. (2008). Stability of vitamin E in wheat flour and whole wheat flour during storage. Cereal Chem. 85(6):716-720.
- [9] Ryan LA, Zannini E, Dal Bello F, Pawlowska A, Koehler P, Arendt EK. (2011). *Lactobacillus amylovorus* DSM 19280 as a novel food-grade antifungal agent for bakery products. Int J Food Microbiol. 146(3):276-283.
- [10] Fazeli M.R., Hajimohammadali M., Moshkani A., Samadi N., Jamalifar H., Khoshayand M.R., Vaghari E., Pouragahi S. (2009). Aflatoxin B1 binding capacity of autochthonous strains of lactic acid bacteria. J Food Prot. 72: 189-192.

K) DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI RICERCA

Indicare le caratteristiche del progetto precisando in particolare i requisiti di qualità, originalità ed innovazione, l'adeguatezza e la consistenza della metodologia utilizzata, le potenziali ricadute culturali, tecniche, scientifiche sul territorio.

1. Elementi innovativi del progetto

Tracciabilità integrata.

Il progetto si propone lo studio di una metodologia di **tracciabilità integrata** per inserire nel processo produttivo, in maniera trasparente all'operatore, le operazioni di identificazione automatica, monitoraggio ambientale e degli apparati di produzione. Si propone la creazione di un **Data Fusion Engine** per la raccolta di tutte queste informazioni, la loro organizzazione in archivio

e la generazione di segnalazioni in caso di anomalie del processo produttivo.

Attualmente le operazioni di identificazione automatica, monitoraggio ambientale e monitoraggio degli apparati di produzione non sono integrate e i corrispondenti flussi informativi non sono considerati come risorse di base del sistema informativo aziendale come l'archivio, i servizi di rete, le stampanti. Ad esempio:

- per contare dei prodotti su un nastro trasportatore si utilizzano codici a barre o etichette RFID ma il risultato del conteggio viene visualizzato localmente e non entra direttamente nel sistema informativo aziendale; eventualmente una persona si incarica del trasferimento dell'informazione;
- per automatizzare la generazione di una fattura, si collega direttamente un lettore di codici a barre al computer che genera le fatture;
- le letture dei sensori ambientali e del monitoraggio dei macchinari sono fatte localmente e di solito producono allarmi locali senza poter impostare regole più raffinate di segnalazione.

Oggi si assiste già all'introduzione di tag RFID negli oggetti ma questi sono spesso ancora letti manualmente come avviene per i codici a barre. Inserire un lettore RFID su una porta oppure nello sportello di un macchinario permetterebbe di sapere che in un dato istante un ben preciso pezzo viene spostato o sta per essere lavorato da un dato macchinario. Inserire un lettore RFID sulla porta di un frigorifero o in un locale di stagionatura permetterebbe di sapere quanto per tempo un prodotto vi è stato conservato.

Integrare identificazione automatica, monitoraggio ambientale e degli apparati di produzione come flussi informativi standard nel sistema informativo aziendale permetterebbe di sfruttare le sinergie tra diversi tipi di informazioni. Ad esempio:

- conteggio pezzi e generazione fattura fanno riferimento alla stessa sorgente di identificazione automatica;
- la stessa sorgente di identificazione automatica, nata per la fatturazione, può essere riusata per l'inventario;
- è possibile conoscere tempi di stazionamento in frigoriferi e locali di stagionatura e correlarli con i loro parametri ambientali al fine di verificare la correttezza dell'operazione (ad es. se la catena del freddo è stata interrotta);
- parametri ambientali come temperatura e umidità ed eventi come l'assenza di energia elettrica possono essere correlati con i requisiti degli oggetti in lavorazione;
- quando un macchinario segnala un errore è possibile risalire a quale pezzo stava lavorando integrando quindi il sistema di controllo qualità;
- quando un macchinario segnala un errore è possibile generare messaggi in funzione dell'ora del giorno e del personale presente (magari recuperando il numero di telefono o l'indirizzo di email direttamente dal sistema informativo);
- il sistema informativo aziendale non deve essere modificato quando i macchinari vengono inseriti o sostituiti perché il Data Fusion Engine ne fornisce una visione astratta.

Verifica di processo in tempo reale

Il progetto si propone lo studio di una metodologia e creazione di uno strumento per la **verifica in tempo reale** dell'andamento di un processo produttivo a partire dalla sua descrizione formale e dalle informazioni raccolte dal Data Fusion Engine provenienti dai sistemi di identificazione automatica, dagli apparati di produzione e dai sensori ambientali.

Il controllo di qualità sui prodotti è spesso fatto per ispezione a campione da operatori umani e molte volte si riduce a rivelare la difettosità di un pezzo solo alla fine del processo con spreco di

risorse e tempo.

L'innovazione su questo aspetto segue direttamente dal concetto di tracciabilità integrata descritto precedentemente. Integrando informazioni sull'identità degli oggetti, sul passaggio attraverso un macchinario o lo stoccaggio in un frigorifero, sul buon funzionamento di quest'ultimo, sull'eventuale assenza di alimentazione elettrica, ecc. è possibile conoscere la storia di tutti gli oggetti prodotti dalla fabbrica e non solo su un loro campione. Confrontando in tempo reale l'evoluzione di un oggetto con il suo modello ideale è possibile rilevare anomalie appena si verificano e non solo alla fine del processo. Sarebbe addirittura possibile sfruttare questo sistema per prevenire anomalie segnalando e guidando gli operatori umani nello svolgere le varie attività.

I modelli di evoluzione sono strettamente collegati alla descrizione formale di processi che finora è stata usata per la progettazione di processi con buone proprietà e l'assegnamento di attività a operatori. **La novità di questa proposta consiste nell'applicare strumenti di Workflow Management (esistenti ma eventualmente estesi) alla validazione in tempo reale dell'evoluzione del processo ottenuta incrociando i dati provenienti dall'identificazione automatica, dal monitoraggio ambientale e dei macchinari.** In questo modo è possibile segnalare anomalie come scorretto ordine delle fasi di lavorazione, tempistiche non rispettate, mancanza di alimentazione elettrica di un frigorifero, ecc.

La verifica di processo sarà una funzionalità del Data Fusion Engine ma non può essere implementata una volta per tutte in questo progetto perché essa dipende dallo specifico modello di processo. La scrittura del verificatore è inoltre un'attività poco creativa e passibile di errori in quanto si tratta di inserire fasi, vincoli, controlli. In questo progetto si creerà uno strumento che a partire dalla descrizione formale del processo (ottenuta con un linguaggio astratto adatto allo scopo e ben conosciuto in letteratura) generi automaticamente il codice sorgente del verificatore da inserire nel Data Fusion Engine. Data Fusion Engine e strumento per la verifica in tempo reale del processo produttivo saranno ottenuti come **estensioni di Workflow Management System esistenti** nei quali si sfrutteranno gli aspetti di adattabilità e gestione delle eccezioni.

Applicazione alla produzione di farine di cereali da agricoltura biologica e da lievito madre

Il progetto prevede l'applicazione dei concetti di tracciabilità integrata e verifica in tempo reale ai processi di **produzione di farina da cereali prodotti secondo le pratiche dell'agricoltura biologica e da lievito madre.** Particolare attenzione verrà data, ove possibile, all'automatizzazione della raccolta delle informazioni per minimizzare l'intervento umano nell'identificazione automatica di oggetti e nella acquisizione di dati dall'ambiente e dagli apparati produttivi.

Attualmente questo tipo di produzione soffre delle seguenti criticità:

- rigoroso rispetto di vincoli temporali e di condizioni ambientali;
- gestione in un unico impianto di prodotti diversi, ciascuno con i proprie fasi e vincoli;
- necessità di limitare l'intervento umano per evitare errori e per gestire i dati in modo più efficace;
- tempi lunghi di produzione che rendono il controllo di qualità economicamente insostenibile se fatto alla fine del processo.

Queste criticità possono essere affrontate in maniera efficiente attraverso:

- l'utilizzo del Data Fusion Engine,
- l'introduzione di tag RFID e codici a barre e l'inserimento di lettori RFID in frigoriferi, postazioni di lavoro, termostati incubatori e fermentatori,
- l'acquisizione automatica di parametri ambientali come temperatura/umidità e misurazioni di strumenti (ad es. l'opacità o il pH di una soluzione)
- la descrizione formali dei processi produttivi dei vari prodotti e la corrispondente verifica di

correttezza in tempo reale.

2. Metodologia

Per raggiungere ciascun obiettivo verranno adottate le seguenti metodologie.

Per quanto riguarda la **tracciabilità integrata**, verranno studiati i requisiti e la struttura del Data Fusion Engine e verrà studiato come integrare lettori RFID nei più comuni macchinari, aree di lavoro e attrezzature di laboratorio. Verrà studiato come utilizzare le reti di sensori per raccogliere dati ambientali e dai macchinari. Al fine di produrre risultati generali e riutilizzabili, in queste analisi verranno presi come riferimento vari scenari produttivi, in particolare nel campo della produzione alimentare e della logistica/trasporti. Verrà infine realizzato il Data Fusion Engine come estensione di un ambiente open source chiamato Fosstrak [1] conforme allo standard EPCGlobal per la tracciabilità.

Per quanto riguarda la **verifica di processo**, essa sarà una funzionalità del Data Fusion Engine ma non può essere implementata una volta per tutte in questo progetto perché essa dipende dallo specifico modello di processo. La scrittura del verificatore è inoltre un'attività poco creativa e passibile di errori in quanto si tratta di inserire fasi, vincoli, controlli. Per questi motivi, si propone di creare uno strumento che a partire dalla descrizione formale del processo (ottenuta con un linguaggio astratto adatto allo scopo e ben conosciuto in letteratura) generi automaticamente il codice sorgente del verificatore da inserire nel Data Fusion Engine. Data Fusion Engine e strumento per la verifica in tempo reale del processo produttivo saranno ottenuti come **estensioni di Workflow Management System esistenti** nei quali si sfrutteranno gli aspetti di adattabilità e gestione delle eccezioni.

L'applicazione delle metodologie e strumenti sviluppati alla **produzione di farine e lievito madre** servirà a validare i risultati generali in un campo particolarmente critico che solleciterà fortemente i vari aspetti della tracciabilità integrata e, dove possibile, della verifica in tempo reale. Il Dipartimento di Biotecnologie e Antico Molino Rosso srl giocheranno qui un ruolo fondamentale nell'utilizzare il Data Fusion Engine, nel modellare i propri processi produttivi generando il verificatore e nell'inserire identificazione automatica e monitoraggio nei propri apparati produttivi e di analisi di laboratorio. Le analisi si concentreranno principalmente sulle caratteristiche chimico fisiche e sulla **verifica del contenuto di micotossine** dei cereali in ingresso, al fine di valutare la qualità della partita di materia prima. In questa fase saranno impiegati strumenti disponibili presso il laboratorio del partner aziendale: spettroscopio INFRATEC (FOSS NITSystems) nel vicino infrarosso e in fase solida per l'analisi della qualità nutrizionale dei cereali; immuno-cromatografia per monitorare la presenza/assenza di micotossine (ROSA Incubators, Charm, USA). Qualora vi siano cereali sospetti con elevato contenuto di micotossine, sarà appurata l'identità del contaminante microbiologico che lo ha prodotto con metodi di identificazione molecolari basati sul DNA. La stabilità delle farine nel tempo sarà valutata effettuando in out-sourcing, presso enti specializzati l'analisi del contenuto di vitamine (in particolare Vitamina E).

Per quanto riguarda il lievito madre, sarà valutata sia con metodi coltura indipendente basati su DGGE, che coltura dipendente la stabilità nel tempo della microflora che lo costituisce. Obiettivo primario è quello di verificare l'assenza di contaminanti potenzialmente pericolosi per la salute umana. In secondo luogo si prevede di caratterizzare e di valorizzare la microflora autoctona presente, per esaltarne le caratteristiche positive (contenuto in batteri lattici totali, presenza di ceppi con attività antagonistica nei confronti di muffe).

L'elaborazione dei parametri di qualità delle materie prime e dei prodotti finiti permetterà di presentare ai clienti molte informazioni circa le loro caratteristiche organolettiche; la presentazione avverrà attraverso etichettatura intelligente, che rimanda ad un sito Internet.

3. Potenziali ricadute

I risultati del progetto avranno un significativo impatto in molti settori manifatturieri e nella logistica con ricadute su molte aziende del territorio veronese. Si danno alcuni esempi.

Antico Molino Rosso.

Per il Partner industriale le potenziali ricadute saranno:

- la disponibilità di un prototipo sviluppato su misura per la gestione dei diversi dati provenienti da punti diversi della produzione. Il prototipo potrà essere valutato per il periodo necessario ed eventualmente potrà essere integrato nel processo produttivo ordinario.
- la valorizzazione del contenuto in termini nutrizionali delle farine prodotte e la valorizzazione di un prodotto di nicchia, ma ben definito come il lievito madre.
- il ritorno d'immagine proveniente dalla collaborazione tra Azienda ed Università in un settore così innovativo, che sarà vantata da entrambe le parti, con conseguente amplificazione dell'impatto sui potenziali clienti.

Microbiologia alimentare.

Il presente progetto può consentire di monitorare la diffusione dei principali contaminanti fungini dei cereali, evidenziando così le eventuali relazioni tra varietà vegetale e frequenza di particolari specie di muffe, al fine di far emergere l'eventuale suscettibilità dei cereali a specifici attacchi fungini.

Inoltre sarà possibile far avanzare lo stato della conoscenza riguardante la composizione della microflora degli impasti acidi, nel lievito madre ed approfondire lo studio dell'interazione tra le diverse specie microbiche presenti al suo interno.

Industria alimentare.

La produzione di alimenti è composta da fasi di lavorazione e da vincoli sui parametri di temperatura e umidità per ciascuna fase. Molte produzioni alimentari presentano fasi di stagionatura o fermentazione non molto diverse dalla produzione di microrganismi, anzi, ancora più critiche per le dimensioni degli ambienti e per l'impatto diretto sulla salute umana. Il territorio veronese e i territori limitrofi verso la Pianura Padana e le Alpi contano moltissime aziende dedite alla produzione di vino, yogurt e altri derivati del latte, salumi e carni conservate. I risultati del progetto potrebbero accrescere l'efficienza e la sicurezza alimentare di questi processi industriali. La tracciabilità delle materie prime e dei prodotti finiti nell'ambito dei processi di produzione alimentare permetterà di garantire ad una platea di cittadini-consumatori sempre più consapevole ed istruita, non solo il rispetto dei parametri definiti per legge, ma anche prodotti di qualità superiore.

Logistica e trasporti.

L'identificazione automatica mediante codici a barre e etichette RFID è già un componente fondamentale nelle aziende che si occupano dello stoccaggio e del trasporto di merci. Problemi molto sentiti in questo settore sono gli errori di assegnazione merci-veicolo e i furti. L'utilizzo di personale temporaneo rende difficile un controllo di qualità basato solo sull'esperienza dell'operatore. Il territorio veronese, per la sua posizione strategica nord-sud/est-ovest, ha una forte presenza di aziende di logistica e trasporti che potrebbero beneficiare dell'estensione dei risultati del progetto al loro campo ad esempio introducendo tecniche di localizzazione wireless e GPS.

4. Stato dell'arte

Il progetto si basa sui concetti di identificazione automatica, reti di sensori, modellazione di

processo e sicurezza/qualità alimentare.

L'**identificazione automatica** è l'insieme di tecniche per il riconoscimento di un oggetto attraverso codici a barre ed etichette RFID[2][3]. Nel 1999, Uniform Code Council, EAN International, Gillette e Procter&Gamble creano l'Auto-ID Center presso il Massachusetts Institute of Technology. Il centro sviluppò una tecnologia RFID a basso costo, uno standard di numerazione chiamato Electronic Product Code (EPC), e un protocollo di comunicazione tra etichette e lettori RFID. L'Auto-ID Center si è trasformato in un'organizzazione no-profit chiamata EPCGlobal che ha creato un'architettura aperta basata su Internet per la memorizzazione e lo scambio di dati relativi ai prodotti a partire dal loro identificatore univoco EPC[4].

Le **reti di sensori** sono un concetto che ha preso piede nell'ultimo decennio per identificare insiemi di sistemi embedded a basso costo e a basso consumo di energia, in grado di acquisire dati dall'ambiente in maniera capillare e di trasmetterli verso le reti tradizionali per l'elaborazione [5][6][7].

La **modellazione di processo** è tecnica che permette una descrizione formale di un processo produttivo dove unità di lavoro atomiche (task) vengono assegnate a entità di esecuzione (agent). Le istanze di uno schema vengono chiamate casi. Un agente può essere sia un software che un essere umano che una combinazione dei due [8]. I Workflow Management Systems (WfMS) sono sistemi informatici che hanno come obiettivo quello di migliorare i processi aziendali tramite l'automazione dell'assegnamento dei loro task alle unità di esecuzione gestendo le informazioni ed integrandole all'interno di un'organizzazione [9][10][11]. La maggioranza dei prodotti commerciali per la progettazione dei workflow odierni mettono a disposizione strumenti di modellazione molto sofisticati per l'analisi e la specifica di processo [12]. La Workflow Management Coalition (WfMC) fondata nel 1993 con la missione di promuovere l'uso dei workflow attraverso la definizione di uno standard, ha proposto un modello di riferimento per lo sviluppo dei WfMS [9]. Recentemente la WfMC ha unito il suo impegno con l'iniziativa dell'Object Management Group (OMG) sulla modellazione dei processi aziendali chiamata Business Process Management Initiative (BPMI) [13] per la definizione di standard industriali per i processi aziendali e la tecnologia dei workflow [14]. I maggiori software di business process modeling, come MEGA [15] ed Aris [16], consentono di modellare i processi definendo i relativi attori, attività e applicazioni coinvolte. Una implementazione opensource di Workflow Management System è YAWL [17].

Per quanto riguarda la **sicurezza e qualità alimentare**, i prodotti da agricoltura convenzionale presentano tendenzialmente concentrazioni più alte di residui chimici, mentre nei prodotti da agricoltura biologica sono generalmente ritrovate concentrazioni più elevate di composti tossici di origine biologica, come le micotossine prodotte dalle muffe [18]. Il **monitoraggio del contenuto di micotossine** nei cereali da agricoltura biologica con metodiche sensibili e affidabili come l'immuno-cromatografia [19] è quindi fondamentale per selezionare le partite di grano sicuro e poter garantire ai consumatori un prodotto affidabile. Dopo la selezione dei cereali, la scelta del metodo di molitura è un altro fattore di fondamentale importanza per poter ottenere farine di elevata qualità e ad elevato valore nutrizionale. In particolare la **molitura a freddo con macina a pietra** consente di preservare gli elementi essenziali presenti nel germe di grano, tra cui la **vitamina E (tocoferolo)** [20]. La vitamina E, oltre ad essere un importante fattore nutrizionale per l'uomo contribuisce a preservare la farina nel tempo grazie al suo **potere antiossidante** [20].

Le micotossine sono un importante fattore di rischio presente anche nel lievito madre (impasto fermentato da popolazioni complesse costituite da lieviti e batteri lattici), in quanto può essere soggetto all'attacco da parte delle muffe. Nel lievito madre esiste anche la potenziale soluzione del problema, in quanto alcuni **ceppi di batteri lattici sono in grado di inibire lo sviluppo di muffe** [21] **o di abbassare la concentrazione di micotossine nell'impasto** [22].

5. Bibliografia

- [1] Fosstrak: Open Source RFID Software Platform, <http://www.fosstrak.org/>
- [2] <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129>
- [3] AIM Inc., “Radio Frequency Identification RFID - A basic primer”, <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/RFIDPrimer.pdf>
- [4] EPCglobal Inc., <http://www.epcglobalinc.org/>
- [5] “Wireless Systems for Environmental Monitoring”, Xbow Inc. http://www.xbow.com/Products/Product_pdf_files/Wireless_pdf/Smart_Dust_AppNote.pdf
- [6] M. Sgroi, A. Wolisz, A. Sangiovanni-Vincentelli and J. M. Rabaey, “A Service-Based Universal Application Interface for Ad-hoc Wireless Sensor Networks”, Gigascale Systems Research Center, Nov. 2003, <http://www.gigascale.org/pubs/435.html>
- [7] Hairong Qi; Yingyue Xu; Xiaoling Wang, “Mobile-agent-based collaborative signal and information processing in sensor networks”, Proceedings of the IEEE, Vol.91, No.8, Aug. 2003, Pages: 1172- 1183.
- [8] F. Casati, S. Ceri, B. Pernici, and G. Pozzi. Conceptual Modeling of Workflows. In M. P. Papazoglou, editor, Proceedings of the OOER’95, 14th International Object-Oriented and Entity-Relationship Modelling Conference, volume 1021, pages 341–354. Springer-Verlag, 1995.
- [9] Workflow Management Coalition. Reference Model. <http://www.wfmc.org/standards/referencemodel.htm>.
- [10] P. Lawrence. Workflow handbook, 1997.
- [11] Dimitrios Georgakopoulos, Mark F. Hornick, and Amit P. Sheth. An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. Distributed and Parallel Databases, 3(2):119–153, 1995.
- [12] Workflow Management Coalition. Introduction to workflow. http://www.wfmc.org/standards/docs/Workflow/An_Introduction.pdf.
- [13] OMG. Business process management initiative (bpmi.org). <http://www.bpmi.org/>.
- [14] OMG. Business process definition metamodel (bpdm), process definitions. Technical report, OMG, May 2008. OMG Document Number: dtc/2008-05-09.
- [15] MEGA Corporate. Mega. <http://www.mega.com/>.
- [16] Aris. Aris software. http://www.ids-scheer.com/en/ARIS_Software_Software/3730.html.
- [17] yawlfoundation.org. Yawl (Yet Another Workflow Language). <http://yawlfoundation.org/>.
- [18] Finamore A., Britti M.S., Roselli M., Bellovino D., Gaetani S., Mengheri E. (2004). Novel approach for food safety evaluation. Results of a pilot experiment to evaluate organic and conventional foods. J Agric Food Chem. 52: 7425-7431.
- [19] Takino M, Tanaka H, Tanaka T. (2011). Multi mycotoxin analysis in food products using immunoaffinity extraction. Methods Mol Biol. 747: 259-266.
- [20] MereteMoller N., Ase H. (2008). Stability of vitamin E in wheat flour and whole wheat flour during storage. Cereal Chem. 85(6):716-720.
- [21] Ryan LA, Zannini E, Dal Bello F, Pawlowska A, Koehler P, Arendt EK. (2011). Lactobacillus amylovorus DSM 19280 as a novel food-grade antifungal agent for bakery products. Int J Food Microbiol. 146(3):276-283.
- [22] Fazeli M.R., Hajimohammadali M., Moshkani A., Samadi N., Jamalifar H., Khoshayand M.R., Vaghari E., Pouragahi S. (2009). Aflatoxin B1 binding capacity of autochthonous strains of lactic acid bacteria. J Food Prot. 72: 189-192.

L) WORKPLAN E DIAGRAMMA DI GANTT DELLE ATTIVITÀ (strutturato in uno o più Tasks con dettaglio per ogni Task delle risorse umane e strumentali impiegate)

Il Workplan rappresenta nei dettagli il piano di lavoro dell'intero progetto suddiviso per azioni ed attività contrassegnate da un titolo, una descrizione dei contenuti e l'individuazione delle risorse umane e strumentali impiegate.

Il diagramma di Gantt rappresenta l'aggregazione grafica e temporale delle suddette attività, utile al fine di pianificare, coordinare e tracciare specifiche funzioni in un progetto dando una chiara illustrazione dello stato d'avanzamento. Il Gantt è uno strumento costruito partendo da un asse orizzontale che rappresenta l'arco temporale totale del progetto, suddiviso in fasi incrementali (ad esempio mesi) e da un asse verticale che descrive le mansioni o attività che costituiscono il progetto. Barre orizzontali di lunghezza variabile rappresentano le sequenze, la durata e l'arco temporale di ogni singola attività. Queste barre possono sovrapporsi durante il medesimo arco temporale ad indicare la possibilità dello svolgimento in parallelo di alcune delle attività. Una linea verticale è utilizzata per indicare la data di riferimento.

Il progetto è articolato in tre unità di lavoro (work package – WP) come segue:

WP1. Tracciabilità integrata

Studio di una metodologia di **tracciabilità integrata** per inserire nel processo produttivo, in maniera trasparente all'operatore, le operazioni di identificazione automatica, acquisizione dalle attrezzature di laboratorio e dagli apparati di produzione. Creazione di un **Data Fusion Engine** per la raccolta di tutte queste informazioni, la loro organizzazione in archivio e la generazione di segnalazioni in caso di anomalie del processo produttivo e la valorizzazione sul lato consumatore.

Questa unità è composta dalle seguenti attività o task:

T1.1 Analisi dei requisiti e studio dell'architettura del Data Fusion Engine

T1.2 Realizzazione del Data Fusion Engine

T1.3 Studio delle metodologie per rendere identificazione e monitoraggio trasparenti all'operatore umano

In questa unità saranno coinvolti il Dipartimento di Informatica con il supporto del Dipartimento di Biotecnologie e di Antico Molino Rosso srl per la stesura dei requisiti e lo studio delle metodologie per rendere identificazione, acquisizione e monitoraggio trasparenti all'operatore umano.

WP2. Verifica di processo in tempo reale

Studio di una metodologia e creazione di uno strumento per la **verifica in tempo reale** dell'andamento di un processo produttivo a partire dalla sua descrizione formale e dalle informazioni raccolte dal Data Fusion Engine e provenienti dai sistemi di analisi automatica dei parametri chimico-fisici delle materie prime, dagli apparati di produzione, dalle attrezzature di laboratorio e dai sensori ambientali.

Questa unità è composta dalle seguenti attività o task:

T2.1 Analisi dei requisiti; scelta del linguaggio/ambiente per la modellazione di processo; analisi della qualità nutrizionale e microbiologica delle farine e del lievito madre e della loro stabilità nel tempo; individuazione del tipo di dati chimico-fisici e microbiologici più idonei all'ingresso nel Data Fusion Engine.

T2.2 Studio e realizzazione di uno strumento SW che riceve in ingresso la descrizione del processo e genera automaticamente il componente SW per la verifica in tempo reale all'interno del Data Fusion Engine

In questa unità saranno coinvolti il Dipartimento di Informatica con il supporto del Dipartimento di Biotecnologie e di Antico Molino Rosso srl per l'analisi dei requisiti della modellazione di processo e la scelta del linguaggio/ambiente di modellazione.

WP3. Dimostrazione e validazione dei risultati

Applicazione dei concetti di tracciabilità integrata e verifica in tempo reale ai processi di **produzione di farine di cereali e lievito madre**. Particolare attenzione verrà data

all'automatizzazione della raccolta delle informazioni per minimizzare l'intervento umano nell'identificazione automatica di oggetti e nella acquisizione di dati dall'ambiente, dalle attrezzature di laboratorio e dagli apparati produttivi.

Questa unità è composta dalle seguenti attività o task:

T3.1 Descrizione formale del processo

T3.2 Generazione del componente SW per la verifica in tempo reale

T3.3 Realizzazione del prototipo

T3.4 Validazione dei risultati del progetto, con l'inserimento dei dati ottenuti dalle analisi prodotte presso l'azienda, presso il Dipartimento di Biotecnologie ed in out-sourcing dove sia necessario (ad esempio per contenuto in vitamine, in particolare Vitamina E).

In questa unità tutti i partner del progetto contribuiranno in maniera paritetica:

- Il Dipartimento di Informatica fornirà l'assistenza all'utilizzo dei componenti SW creati in WP1 e WP2; si occuperà dell'interfacciamento delle attrezzature di laboratorio e macchinari produttivi alla rete di raccolta dati, installerà e collegherà sensori ambientali acquistati sul mercato.
- Il Dipartimento di Biotecnologie fornirà analisi bio/chimico/fisiche sulla qualità e stabilità dei prodotti finiti a validazione dei risultati del progetto.
- L'azienda fornirà la possibilità di creare un prototipo per la dimostrazione e verifica dei risultati della ricerca.

Le risorse umane (in mesi-persona) delle varie unità di ricerca sono così suddivise sui WP:

	Dipartimento di Informatica	Dipartimento di Biotecnologie	Antico Molino Rosso srl	Totale
WP1	2	1	1,75	4,75
WP2	2	1	1	4
WP3	2	2	1	5
Totale	6	4	3,75	13,75

Diagramma di Gantt e rilascio dei risultati (deliverable)

Task	Mese												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
T1.1	█												
T1.2	█												
T1.3	█												
T2.1				█									
T2.2				█									
T3.1							█						
T3.2							█						
T3.3							█						
T3.4							█						

Callouts for Deliverables:

- D1.1, D1.2: point to the end of T1.1 and T1.2 (Month 6).
- D2.1: points to the end of T2.1 and T2.2 (Month 10).
- D3.1: points to the end of T3.1, T3.2, T3.3, and T3.4 (Month 12).

M) STRUTTURA E STRUMENTAZIONI DISPONIBILI PER CIASCUNO

DEGLI ENTI PARTECIPANTI (evidenziare anche la stima, e le relative modalità di calcolo, del valore d'uso delle attrezzature esistenti nel caso tale valore sia messo a cofinanziamento del progetto)

Le attrezzature, le strumentazioni ed il software esistenti alla data iniziale del progetto di ricerca congiunto sono compatibili ai fini del finanziamento e possono essere considerate quote del loro ammortamento a valere come cofinanziamento in parte proporzionale all'uso effettivo per il progetto stesso. In ogni caso sono esclusi i costi relativi a mobili ed arredi.

1) Antico Molino Rosso srl

Bilancia analitica; muffola per determinazione delle ceneri; spettroscopio INFRATEC nel vicino infrarosso (FOSS NITSystems, Svezia); ROSA Incubators per la determinazione delle micotossine con metodo immuno cromatografico (Charm, USA).

NOTA. Lo spettroscopio INFRATEC nel vicino infrarosso (FOSS NITSystems, Svezia), strumentazione fondamentale in questa ricerca, è di recente acquisizione per cui la quota relativa ad un anno di ammortamento (pari a 5525 Euro) è messa a cofinanziamento del progetto.

2) Dipartimento di Informatica

Il laboratorio del Dipartimento di Informatica consiste in una serie di postazioni di lavoro dotate di personal computer con sistema operativo Windows e Linux per lo sviluppo di software. Il laboratorio dispone anche di un file server ad alta capacità che ospita tutte le aree di lavoro delle utenze. Sono inoltre presenti due server da utilizzare esclusivamente in remoto per eseguire sessioni di calcolo intense e un server per ospitare le pagine web, il wiki, il sistema di archiviazione dei documenti e il repository subversion per la memorizzazione delle versioni di software sviluppato. Tutti i server sono protetti da una politica di backup periodici. Il laboratorio dispone anche di programmi per l'elaborazione di dati scientifici e la programmazione di reti di sensori, kit di sviluppo per reti di sensori, lettori di codici a barre e apparati per la lettura/scrittura di tag RFID. Per quanto riguarda i componenti HW e SW che possono essere di interesse per questo progetto, il corredo di laboratorio include:

- PC Embedded Gumstix
- Palmare I-Mate JAMin con processore Texas Instruments OMAP850 200 MHz
- Palmare HP iPAQ 214 con processore Marvell PXA310 da 624 Mhz
- Un kit di sviluppo della Texas Instruments (reti di sensori) composto da 7 nodi CC2431
- Un kit di sviluppo della Texas Instruments (reti di sensori) composto da 10 nodi CC2530
- Un kit di sviluppo Arduino Duemilanove con Atmega328 (reti di sensori)
- Un kit di sviluppo per reti di sensori composto da 4 Moduli SOC XBee XB24-BCIT-004
- 3 lettori RFID - 125kHz per board Arduino
- Un lettore RFID 13.56MHz HF seriale
- Un lettore RFID 13.56MHz HF su scheda SDIO
- 2 tag RFID - 125kHz - Disco 30mm Adesivo
- 2 tag RFID - 125kHz - Disco 12mm
- 100 tag RFID 13.56 MHz HF Rectangle ICODE EPC Paper Tag Passive
- Programmi per la programmazione di nodi sensore Texas Instruments, Arduino e XBee
- Una licenza Matlab/Simulink/Stateflow

NOTA. Il valore di queste risorse HW e SW è già stato ammortizzato e perciò non è esposto tra i costi del progetto.

3) Dipartimento di Biotecnologie

Il laboratorio del Dipartimento di Biotecnologie è dotato di avanzate apparecchiature per la caratterizzazione fenotipica, genotipica e batteriologica dei ceppi batterici per applicazioni nelle aree dell'agricoltura, alimentazione e biotecnologia. Il corredo di laboratorio include:

- cappe con flusso d'aria laminare;
- centrifughe;
- centrifughe refrigerate;
- apparati per PCR;
- apparati per elettroforesi con gel (agarose and polyacrylamide gel electrophoresis);
- apparati per elettroforesi (pulsed field electrophoresis PFGE);
- apparato DGGE;
- un sistema per l'acquisizione digitale di immagini;
- microscopio a fluorescenza;
- spettrofotometro (UV-vis);
- fluorimetro;
- apparato per PCR in tempo reale;

NOTA. Il valore di queste risorse HW e SW è già stato ammortizzato e perciò non è esposto tra i costi del progetto.

N) SINTESI DEI RISULTATI ATTESI

Elencare i risultati attesi; se il progetto è di durata biennale, riportare anche i risultati intermedi alla fine del primo anno.

Le proposte di progetto dovranno evidenziare, oltre agli obiettivi intermedi e finali, i seguenti elementi informativi:

- *l'interesse comune dell'Università ed Impresa/Ente all'esecuzione del progetto;*
- *la capacità tecnico-scientifica ed economico-finanziaria ad assicurare la corretta esecuzione delle attività di ricerca;*
- *l'articolazione delle attività rientranti, rispettivamente, nelle tipologie di ricerca descritte all'Articolo 2, c. 1, lettere a), b), c) e d) del presente Bando (workplan e Diagramma di GANTT).*

I risultati attesi alla fine del progetto sono:

- 1) Un componente SW chiamato Data Fusion Engine inserito in un software di tracciabilità conforme allo standard EPCGlobal.
- 2) Una serie di linee guida sull'inserimento dell'identificazione automatica nel processo produttivo e sul monitoraggio di parametri ambientali e dei macchinari.
- 3) Un componente SW che a partire dalla descrizione formale del processo (ottenuta con un linguaggio astratto adatto allo scopo e ben conosciuto in letteratura) generi automaticamente il codice sorgente del verificatore da inserire nel Data Fusion Engine.
- 4) Un prototipo orientato alla produzione di colture selezionate di microrganismi sulla base delle specifiche e dei requisiti del Dipartimento di Biotecnologie e di Antico Molino Rosso srl.

I risultati saranno descritti in rapporti (deliverable) come segue:

WP	Nome	Titolo	Tipologia	Scadenza
WP1	D1.1	Data Fusion Engine	Codice	M6
	D1.2	Linee guida sull'inserimento dell'identificazione automatica nel processo produttivo e sul monitoraggio di parametri ambientali e dei macchinari	Documento	M6
WP2	D2.1	Generatore di verificatori	Codice	M9
WP3	D3.1	Descrizione del prototipo per la produzione di farine e lievito	Documento	M12

Il **Dipartimento di Informatica** ha interesse scientifico nell'estendere lo stato attuale della tracciabilità con nuove funzionalità con particolare interesse all'applicazione di sistemi embedded e reti di comunicazione. Il responsabile dell'unità ha inoltre una stretta collaborazione con uno spin-off industriale interessato allo sfruttamento commerciale dei risultati del progetto.

Il **Dipartimento di Biotecnologie** ha interesse a monitorare la diffusione dei principali contaminanti fungini dei cereali, evidenziando così le eventuali relazioni tra varietà vegetale e frequenza di particolari specie di muffe, al fine di far emergere l'eventuale suscettibilità dei cereali a specifici attacchi fungini. Inoltre è interessato a caratterizzare la microflora degli impasti acidi, nel lievito madre, approfondendo lo studio dell'interazione tra le diverse specie microbiche presenti al suo interno.

L'**Antico Molino Rosso** è una piccola ma vivace realtà dell'industria molitoria, che si contraddistingue, in particolare, nell'uso della macina di pietra e per il fatto di sensibilizzare e incoraggiare le aziende agricole a coltivare con metodo Biologico un'ampia gamma di antiche varietà di cereali (grano, avena, orzo, segale e il piccolo farro), tra cui alcune recuperate dal passato (grano saragolla, grano duro, Senatore Cappelli). Il recupero delle tradizioni è testimoniata anche dal fatto di aver incluso in catalogo tre diversi tipologie di lievito di pasta madre.

Tutti i partecipanti hanno la **capacità tecnico-scientifica e finanziaria** per affrontare le attività di questo progetto e manifestano una forte complementarietà delle competenze. In particolare:

- L'unità presso il Dipartimento di Informatica ha esperienza nel campo dei sistemi informativi, dell'integrazione di sistemi software distribuiti e dell'elettronica embedded (sensori, attuatori, reti di comunicazione).
- L'unità presso il Dipartimento di Biotecnologie ha esperienza nel campo della microbiologia applicata al settore agro-alimentare.
- L'azienda ha esperienza nel campo della tracciabilità dei propri prodotti e può fornire tutte le informazioni sui propri processi produttivi al fine di definire i requisiti e il dimostratore finale.

O) ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO E CONOSCENZE

BREVETTO	<input type="checkbox"/>
SPIN OFF	<input type="checkbox"/>
ALTRA FORMA DI VALORIZZAZIONE (specificare)	
<p>Organizzazione di un seminario per la presentazione alle aziende dei risultati del progetto e del loro possibile utilizzo per aumentare l'efficienza dei loro processi produttivi. Il coinvolgimento del Dipartimento di Biotecnologie permetterà di raggiungere le aziende del settore agro-alimentare (microbiologia industriale, trasformazione latte, produzione vino, produzione carni e salumi) mentre il Dipartimento di Informatica permetterà di raggiungere altre aziende manifatturiere e quelle impegnate nella logistica.</p> <p>Partecipazione ad importanti fiere del settore agro-alimentare come:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salone del Gusto 2012 organizzato da Slow Food, la più importante fiera dell'alimentare di alta qualità • Fiera Sana, la più importante fiera del biologico in Italia dedicata al dettagliante <p>Verranno prodotti dei materiali informativi (ad es. pagine web, poster, brochure) per la divulgazione dei risultati del progetto.</p>	[X]

P) CRITERI DI VERIFICABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati ottenuti verranno valutati attraverso l'applicazione di tracciabilità integrata e verifica in tempo reale alla produzione di farine e lievito madre; verranno presi in considerazione i seguenti criteri:

1. **Efficienza.** Verrà valutato il miglioramento nel controllo di qualità del processo per quanto riguarda il rilevamento anticipato di azioni errate e di prodotti non conformi.
2. **Robustezza.** Verrà valutata la capacità di ridurre il numero di azioni di controllo affidate alla manualità di un operatore umano.
3. **Scalabilità.** Verrà valutata la capacità di verifica in tempo reale al variare del numero di tipi di prodotti e di pezzi in lavorazione.
4. **Accuratezza.** Verrà valutato il grado di affidabilità dell'identificazione automatica e delle misure provenienti dall'ambiente e dagli apparati.
5. **Reattività.** Verrà valutata la prontezza del sistema di verifica nel rivelare anomalie nella produzione.

I risultati del progetto avranno un significativo impatto in molti settori manifatturieri e nella logistica con ricadute su molte aziende del territorio veronese. Si danno alcuni esempi.

Industria alimentare.

La produzione di alimenti è composta da fasi di lavorazione e da vincoli sui parametri di temperatura e umidità per ciascuna fase. Molte produzioni alimentari presentano fasi di stagionatura o fermentazione non molto diverse dalla produzione di microrganismi, anzi, ancora più critiche per le dimensioni degli ambienti e per l'impatto diretto sulla salute umana. Il territorio veronese e i territori limitrofi verso la Pianura Padana e le Alpi contano moltissime aziende dedite alla produzione di vino, yogurt e altri derivati del latte, salumi e carni conservate. I risultati del progetto potrebbero accrescere l'efficienza e la sicurezza alimentare di questi processi industriali. La tracciabilità delle materie prime e dei prodotti finiti nell'ambito dei processi di produzione alimentare permetterà di garantire ad una platea di cittadini-consumatori sempre più consapevole ed istruita, non solo il rispetto dei parametri definiti per legge, ma anche prodotti di qualità superiore.

Microbiologia industriale.

Esistono aziende che producono microrganismi per uso agricolo (ad es. fissatori di azoto, fitofarmaci) e alimentare (ad es. lieviti per vino, birra, yogurt, formaggi e salumi). Il portafoglio di queste aziende è caratterizzato da molti prodotti che presentano metodologie di lavorazione e vincoli tra loro eterogenei. La qualità finale è affidata a metodi manuali. I risultati del progetto potrebbero accrescere l'efficienza e la competitività di queste aziende, aumentando tipi e qualità dei prodotti offerti.

Logistica e trasporti.

L'identificazione automatica mediante codici a barre e etichette RFID è già un componente fondamentale nelle aziende che si occupano dello stoccaggio e del trasporto di merci. Problemi molto sentiti in questo settore sono gli errori di assegnazione merci-veicolo e i furti. L'utilizzo di personale temporaneo rende difficile un controllo di qualità basato solo sull'esperienza dell'operatore. Il territorio veronese, per la sua posizione strategica nord-sud/est-ovest, ha una forte presenza di aziende di logistica e trasporti che potrebbero beneficiare dell'estensione dei risultati del progetto al loro campo ad esempio introducendo tecniche di localizzazione wireless e GPS.

Q) ELENCO CURRICULUM VITAE ALLEGATI

Cognome Nome	Allegato n.
Davide Quaglia	1-IT
Sandra Torriani	2-IT
Gaetano Mirandola	3-IT
Federica De Fanti	4-IT

COSTO TOTALE DEL PROGETTO						
Voce di costo	I anno	II anno	Totale	Cofinanziamento Antico Molino Rosso	Cofinanziamento Dipartimenti	Contributo richiesto all'Ateneo
Nuovi acquisti di materiale inventariabile	600,00		600,00	0	600,00	0
Attrezzature esistenti presso Dipartimento	0		0		0	
Attrezzature esistenti presso Ente/imprese	5525,00		5525,00	5525,00		
Materiale di consumo e funzionamento	1880,00		1880,00	0	0	1880,00
Personale a contratto	20068,00		20068,00	3308,00	0	16760,00
Servizi esterni	2784,00		2784,00	2784,00	0	0
Missioni	10500,00		10500,00	10500,00	0	0
Organizzazione convegni e seminari	1400,00		1400,00	1400,00	0	0
Costo personale strutturato presso Dipartimento	13868,00		13868,00		13868,00	
Costo personale strutturato presso Antico Molino Rosso	7683,00		7683,00	7683,00		
COSTO TOTALE PROGETTO	64308,00		64308,00	31200,00	14468,00	18640,00

DETTAGLIO COSTO TOTALE DEL PROGETTO:

Nuovi acquisti di materiale inventariabile	Acquisto di dispositivi HW a supporto della raccolta dati (sensori, infrastruttura di comunicazione).
Materiale di consumo e funzionamento	Acquisto di terreni di coltura, provette, filtri e altro materiale per analisi di laboratorio.
Personale a contratto	Attivazione di un Assegno di Ricerca. Assunzione di personale a contratto con competenze informatiche da parte dell'azienda partner.
Servizi esterni	Servizi di analisi microbiologica, chimica (vitamine) e organolettica.
Missioni	Presenza al Salone del Gusto 2012 organizzato da Slow Food, la più importante fiera dell'alimentare di alta qualità (€ 3500,00); presenza a Fiera Sana, la più importante fiera del biologico in Italia dedicata al dettagliante (€ 7000,00)
Organizzazione convegni e seminari	Organizzazione di un evento per la presentazione dei risultati alle aziende del territorio. Produzione di materiale informativo sia elettronico (web) sia cartaceo (poster e brochure).