



A.D. MDLXII

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI**  
**FACOLTÀ DI MEDICINA VETERINARIA**

---

**Dipartimento di Biologia Animale**  
Sezione di Produzioni Animali

DOTTORATO DI RICERCA IN  
“PRODUZIONE E SICUREZZA DEGLI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE”  
(XXIII° CICLO)

**Analisi retrospettiva di medio periodo sull’identificazione animale a  
tecnologia RFID nelle filiere ovine e caprine in Sardegna e considerazioni  
sull’impatto economico del suo utilizzo su larga scala**

***Docente guida:***

*Chiar.mo Prof. W. Pinna*

***Correlatore:***

*D.ssa Maria Grazia Cappai*

***Tesi di Dottorato:***

*Dott. Maurizio Picciau*

***A.A. 2008-2011***

## Indice

PREMESSA .....	5
<b>Sezione 1. ....</b>	<b>10</b>
Anagrafe Equina .....	10
Aggiornamenti normativi.....	13
Normativa di riferimento per l'identificazione elettronica degli ovini e dei caprini: il Reg. Ce 21/2004, sue modifiche e punti di criticità alla luce delle esperienze di campo. ....	13
<b>Sezione 2. ....</b>	<b>19</b>
Le filiere ovine e caprine in Sardegna: Stato dell'arte dopo l'adozione della tecnologia RFID, evoluzione, sviluppo e problematiche riscontrate.....	19
Evoluzione dell' anagrafe del bestiame in Sardegna, fino al Reg. Ce 21/2004 .....	19
Aspetti tecnici dell'introduzione della radiofrequenza per l'identificazione animale nelle varie filiere produttive e della radiologia digitale RFID+DRX .....	25
Caprini. Gestione del registro di stalla e monitoraggio delle produzioni caprine delle aree montane e marginali.....	25
Ovini. Progetto pilota di identificazione su larga scala degli ovini. Tipologia dei dispositivi impiegati e problem solving attraverso il servizio di Help Desk .....	33
(Allegato D°)           Mappatura del processo (A sheet) .....	49
(Allegato D°)           Mappatura del processo (B sheet).....	50
<b>Sezione 3 .....</b>	<b>53</b>
Esame Radiografico Applicato alle attività di identificazione Elettronica degli Animali.....	53
<b>Sezione 4 .....</b>	<b>72</b>
Considerazioni sull'impatto economico dell'introduzione della tecnologia RFID su larga scala. ....	72
Valutazione dei costi del sistema di tracciabilità basato sull'impiego della tecnologia RFID .	78
Analisi SWOT del sistema di identificazione elettronica a tecnologia RFID.....	80
<b>Bibliografia .....</b>	<b>83</b>
Glossario EID.....	98

## PREMESSA

I nuovi modelli delle produzioni zootecniche in ambito internazionale negli allevamenti dei Paesi membri operanti per la produzione di alimenti per il consumo umano e destinato agli scambi commerciali intra ed extra europei, sono codificati nei dettami del “Good Farming Practice”. Corrette prassi di conduzione aziendale, allevamento degli animali e corretta gestione delle materie prime in entrata nonché dei prodotti semilavorati o finiti in uscita, sono gestite per ciascuno *stakeholder*, attore responsabile della fase competente nella catena del valore della filiera produttiva. Libro bianco, Codex Alimentarius e Reg. CEE 178/2002 introducono ed articolano negli anni l’evoluzione di una serie di *main topics* gestionali e manageriali della filiera agroalimentare, che partono dalle attività di campo e che possono essere schematizzati come segue:

- IDENTIFICAZIONE DEGLI ANIMALI
- IGIENE E BENESSERE DEGLI ANIMALI
- PIANO SANITARIO
- PREVENZIONE DELLE ZONOSI
- GESTIONE E STOCCAGGIO ALIMENTI ZOOTECNICI
- GESTIONE IGIENICA ACQUA
- PULIZIA DEGLI IMPIANTI
- PULIZIA E/O DISINFEZIONE RICOVERI
- LOTTA AGLI INSETTI NOCIVI ED ALTRI INFESTANTI

- GESTIONE IGIENICA DELLA MUNGITURA
- MAGAZZINAGGIO E MANIPOLAZIONE PRODUZIONI
- GESTIONE DEL FARMACO VETERINARIO
- UTILIZZO DI FITOSANITARI E BIOCIDI
- FORMAZIONE DEL PERSONALE
- GESTIONE DEI RIFIUTI
- DETERGENTI DISINFETTANTI
- REGISTRAZIONE DELLE ANALISI
- RINTRACCIABILITA'
- GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE E REGISTRAZIONI

Tra i temi generali sopra elencati, alcuni appaiono fortemente condizionati dalla possibilità, dalla necessità e altri dall'obbligatorietà di dover usufruire delle nuove tecnologie che a mano a mano stanno prendendo piede negli allevamenti. Il soddisfacimento di tali richieste precedentemente elencate e la gestione ottimale d'allevamento per soddisfare al meglio le pratiche di buona prassi aziendale nel rispetto degli standard europei, risulta gravoso, oneroso per allevatori e operatori ad ogni livello e non sempre con risultati accettabili dal punto di vista della compliance. Tra le nuove tecnologie che stanno entrando nella quotidianità dell'allevamento ovino e caprino, fortemente indotto anche dalle scelte a livello europeo che si concretizzano con il Reg. Cee 21/2004, l'RFID è una fra le tecnologie che sta trovando largo impiego nei settori più diversi e la possibilità di applicazione nel settore zootecnico, in particolare volta all'identificazione animale, necessita nondimeno di

soddisfare determinati e peculiari requisiti tecnici, fronte dell'obbligatorietà della normativa europea che prevede l'identificazione elettronica individuale dei capi. La presente indagine retrospettiva sviluppata in questa tesi si è proposta di saggiare gli effetti dell'introduzione della tecnologia a radio frequenza per l'identificazione elettronica degli animali quale strumento a supporto dell'allevatore, dei tecnici, dei medici veterinari e di tutte le figure professionali della filiera, i c. d. *stakeholders* appunto, che intervengono nel processo produttivo, a partire dall'allevamento ovino e caprino. Efficacia, affidabilità ed efficienza lungo tutte le fasi della catena produttiva nel breve, medio e lungo periodo nelle condizioni di campo, intesi come criteri di valutazione della tecnologia RFID nell'allevamento ovino e caprino sono stati analizzati approfonditamente al fine di individuare vantaggi tecnici, applicativi e di sviluppo ma anche eventuali limiti di implementazione nelle procedure e problematiche emergenti dall'impiego su larga scala, per verificare la compliance amministrativa, normativa nonché di sanità animale e medicina veterinaria. L'allevamento ovino e caprino della Sardegna, data la sua peculiarità e la consistenza dei capi, consente di effettuare una valutazione attendibile e su adeguata scala, su una sua estrapolazione anche di valenza nazionale e internazionale. La tecnologia applicativa dell'RFID intesa come localizzazione del transponder nel corpo dell'animale, è stata in questa tesi affiancata all'evoluzione della tecnica radiologica digitale mediante strumentazione portatile e quindi trasferendo l'esame strumentale a raggi X dalla realtà ospedaliera e ambulatoriale all'allevamento.

Nel protocollo di validazione dei livelli di applicabilità che verrà illustrato nelle sezioni successive, sono state testate in particolare le condizioni reali per la possibilità d'applicazione dell'RFID in diretto riferimento al benessere e la salute del singolo animale identificato elettronicamente. In particolare, per quanto concerneva l'applicazione del transponder, pratica che avviene su campo in allevamento, si sono effettuati audit mirati

sull'effettiva corrispondenza alle pratiche codificate per la corretta applicazione del dispositivo EID agli animali. Infatti, essendo una pratica, pur nella sua semplicità deve essere eseguita da personale esperto e qualificato, sia sull'animale in vita che sulla carcassa *post mortem* si è attentamente verificato:

- assenza di condizioni dolorose per l'animale;
- assenza di complicazioni infettive nel singolo capo e nell'intero effettivo;
- assenza di effetti negativi clinicamente rilevabili attribuibili alla presenza dell'identificatore elettronico durante la vita produttiva del singolo capo;
- assenza di effetti negativi rilevabili alla visita *post mortem* attribuibili alla presenza dell'identificatore elettronico sulla carcassa eventualmente non apprezzati clinicamente;

Sono stati dunque valutati gli effetti dell'impiego della tecnologia RFID nella gestione aziendale degli animali in produzione, come comunemente svolta nella consuetudine dell'allevamento ovino e caprino della realtà zootecnica sarda e applicata a diversi dei principi elencati nella serie delle Good Farming Practice. Gli apporti valutabili dell'identificazione elettronica degli animali, sono stati indirizzati in particolare alla realizzazione di un registro di stalla in formato elettronico e alla digitalizzazione dei dati di allevamento, prendendo in considerazione sia i vantaggi che gli svantaggi, in particolare con la finalità di verificare l'applicabilità per:

- fini anagrafici in senso stretto
- aspetti di gestione sanitaria dell'allevamento
- aspetti relativi all'impiego della tecnologia in funzione delle produzioni
- aspetti di registrazione e tracciabilità dei dati e degli animali

Allo stato attuale, successivamente quindi all'entrata in vigore del Reg. Cee 21/2004 che prevede l'identificazione elettronica individuale degli ovini e dei caprini a livello comunitario, gli aspetti relativi all'introduzione della tecnologia RFID in Sardegna sono riportati in questa sezione specificamente per quanto riguarda efficacia, affidabilità ed efficienza nell'allevamento caprino e nell'allevamento ovino specificamente di seguito. Implementazioni, evoluzioni, problematiche riscontrate, saranno invece sviluppate delle sezioni seguenti.

Al fine di rendere uniforme la terminologia specifica e agevolare i tecnicismi stretti della tecnologia RFID ai fini dell'identificazione elettronica degli animali al corrente impiego dei vocaboli e parametri utilizzati nella tesi, riporto il glossario che viene progressivamente raccolto nella più che decennale attività in questo ambito presso la Sezione di Produzioni Animali, presso cui ho svolto le mie attività di ricerca durante il corso di dottorato.

## **Sezione 1.**

### **Anagrafe Equina**

L'anagrafe equina è stata istituita dalla Legge n.200 del 1 agosto 2003 e successivamente regolamentata dai D.M. 5 maggio 2006 e 9 ottobre 2007 del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali di concerto con il Ministero della salute ed ha le seguenti finalità:

- a)**tutela della salute pubblica e tutela del patrimonio zootecnico (costituzione e funzionalità della rete di epidemiosorveglianza);
- b)**tutela economica e valorizzazione del patrimonio zootecnico;
- c)**fornire il basilare supporto per trasmettere informazioni al consumatore di carni di equidi e consentire un'etichettatura adeguata e chiara del prodotto;
- d)**assicurare la regolarità delle corse dei cavalli nonché garantire efficienza ed efficacia nella gestione dei controlli sulle corse stesse;
- e)**prevenire e controllare il fenomeno dell'abigeato.

Al fine di accelerare l'attivazione dell'anagrafe nazionale degli equidi, sia pure in forma temporanea e semplificata, con circolare n. 1 del 14 maggio 2007 il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali ha incaricato l'AIA di procedere con le attività di identificazione degli equidi. Per gestire correttamente tale attività su tutto il territorio nazionale, l'AIA ha sviluppato procedure informatiche.

L'articolo 4 del suddetto D.M. recita...

Regola generale: la legge stabilisce che tutti gli equidi, allevati e detenuti sul territorio nazionale, devono essere registrati presso la banca dati informatica nazionale degli equidi (BDE) e, conseguentemente, ai fini della registrazione nella BDE devono essere univocamente identificati ai sensi dell'art. 3 del D.M. 5 maggio 2006 mediante l'applicazione

di un dispositivo elettronico (microchip inoculato esclusivamente da un medico veterinario a livello del legamento nucale sul lato sinistro del terzo medio del collo, a metà strada tra orecchie e garrese) e la dotazione di un documento di identificazione denominato passaporto che viene rilasciato dall'organismo competente solo dopo che l'equide corrispondente è stato registrato nella BDE stessa.

*Leggi e Decreti inerenti l'anagrafe equina*

DM.05/05/2006 (.pdf, 97.11KB)

Linee guida e principi per l'organizzazione e la gestione dell'anagrafe equina da parte dell'Unire(articolo 8, comma 15, legge 1 agosto 2003, n. 200).

DM.09/10/2007 - MANUALE OPERATIVO (.pdf, 184.22KB)

Manuale operativo per la gestione dell'Anagrafe degli Equidi(procedure di attuazione del D.M. 5 Maggio 2006).

DM mipaaf 291209 (.pdf, 95.46KB)

Linee guida e principi per l'organizzazione e la gestione dell'anagrafe equina da parte dell'UNIRE (articolo 8, comma 15 legge 1° agosto 2003 n. 200)

ANAGRAFE- dlgs 29.2011 (.pdf, 7.77MB)

DLGS 16 febbraio 2011, n. 29 :Disposizioni sanzionatorie per le violazioni del Regolamento (CE) n. 504/2008 recante attuazione della direttiva 90/426/CEE e 90/427/CEE sui metodi di identificazione degli equidi, nonché gestione dell'anagrafe da parte dell'UNIRE  
Direttive e decisioni U.E.

DIR. 90/426/CEE (.pdf, 150.13KB)

Direttiva del Consiglio relativo alle condizioni di polizia sanitaria che disciplinano i movimenti di equidi e le importazioni di equidi in provenienza dai paesi terzi.

DIR. 90/427/CEE (.pdf, 82.3KB)

Direttiva del Consiglio relativa alle norme zootecniche e genealogiche che disciplinano gli scambi intracomunitari di equidi.

DEC. 2000/68/CE (.pdf, 927.75KB)

Decisione della Commissione che istituisce il documento di identificazione(passaporto) che scorta gli equidi registrati.

DEC.93/623/CEE (.pdf, 43.77KB)

Decisione della Commissione recante modifica della decisione della Commissione 93/623/CEE e concernente l'identificazione degli equidi da allevamento e da reddito.

Reg.(CE)504/2008 (.pdf, 397.05KB)

Regolamento della Commissione recante attuazione delle direttive 90/426/CEE e 90/427/CEE del Consiglio per quanto riguarda i metodi di identificazione degli equidi.

## *Aggiornamenti normativi*

### **Normativa di riferimento per l'identificazione elettronica degli ovini e dei caprini: il Reg. Ce 21/2004, sue modifiche e punti di criticità alla luce delle esperienze di campo.**

Il termine anagrafe, deriva dal greco αναγράφω che significa inscrivere, letteralmente composto della particella ανά (sopra) e γράφω (scrivo). Per anagrafe, generalmente, si intende il Registro in cui si iscrivono i nomi per i cittadini. Per traslazione al settore zootecnico, l'anagrafe del bestiame è il Registro degli animali che riporta lo stato numerico, e i relativi mutamenti che si verificano. Nell'accezione corrente per anagrafe si intende "...Registro o archivio elettronico contenente i dati sulla popolazione di ogni comune, con le indicazioni riguardanti ciascun individuo e le relative variazioni...". L'importanza del Registro anagrafico del bestiame è fondata su molteplici aspetti, che comprendono esigenze di carattere produttivo, sanitario, legale ed economico. I primi regolamenti ai fini anagrafici in Sardegna affondano le radici nel Regio Decreto n. 404 del 14/07/1898, promulgato al fine di reprimere l'abigeato e il pascolo abusivo.

I sistemi di identificazione degli animali hanno sempre rivestito notevole importanza in ambito zootecnico, e in tempi recenti in ambito di Unione Europea, si sono dedicate notevoli attenzioni ai diversi sistemi di identificazione degli animali a livello di Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea. L'identificazione elettronica degli animali cominciò a emergere a livello internazionale, a partire dalla seconda metà del secolo scorso, quando nel 1973 presso Los Alamos Scientific Laboratory (LASL) prese avvio un innovativo progetto di ricerca finanziato dal United States Department of Agriculture (USDA) e dal: Energy Research and Development Administration (ERDA).

L'anagrafe degli animali è presupposto essenziale per la tracciabilità in quanto rende possibile il collegamento del singolo animale al prodotto alimentare derivato e la verifica del processo

produttivo in partenza dall'allevamento. Attualmente tale anagrafe esiste ed è regolamentata per legge soltanto per il settore bovino; l'evoluzione della normativa che, in ambito ovino e caprino, ha condotto alla promulgazione di un regolamento europeo ai fini anagrafici, il Reg. CE 21/2004, prevede l'identificazione individuale dei capi, la registrazione e l'istituzione della Banca Dati Nazionale estesa a tutti i Paesi dell'Unione Europea. L'istituzione di una anagrafe funzionale ed efficace anche per gli ovini e i caprini dovrebbe basarsi su un sistema di identificazione e registrazione degli animali che sia il più possibile sicuro, di facile applicabilità, che tenga conto degli aspetti riguardanti il benessere animale e di basso costo.

L'identificazione elettronica sembra possedere tali requisiti, in quanto permette il riconoscimento dell'animale in modo univoco dalla nascita e per tutta la durata della sua vita.

La bibliografia disponibile fornisce diverse informazioni sulle modalità di identificazione elettronica degli animali mentre pochi dati sono presenti sulle reazioni avverse soprattutto a medio termine.

Ricerche compiute negli ultimi anni (Ribo et al., 2001; Lambooi, 1999) hanno indicato che il miglior risultato della permanenza del transponder nei bovini, e più in generale nei ruminanti domestici, si ottiene mediante applicazione di bolo endoruminale.

L'esame della letteratura evidenzia un'ampia affidabilità del bolo endoruminale in quanto a facilità di somministrazione, efficacia di rilevamento e reperibilità alla macellazione.

Nella sezione A dell'allegato al Reg. CEE 21/2004 sono riportate le specifiche di ciascuna tipologia di identificativo e i siti di applicazione relativi ai dispositivi di identificazione contemplati. Sulla base di tale normativa, è disposto un sistema di doppia identificazione degli animali:

1. a mezzo di marca auricolare ad entrambe le orecchie;

2. a mezzo di una marca auricolare e un secondo mezzo di identificazione che può essere il tatuaggio (per la cui esecuzione si riportano in seguito i siti anatomici contemplati nel Regolamento CE 21/2004);
3. in alternativa, un identificativo elettronico.

In ogni caso, la marca auricolare è riconosciuta quale primo mezzo di identificazione, a cui si associano gli altri dispositivi.

La funzione del dispositivo di identificazione di un animale, qualunque esso sia, è quello di consentire di identificare il singolo individuo dalla nascita alla morte. La base di tale identificazione è rappresentata dall'attribuzione di un codice alfanumerico in grado di essere associato fisicamente all'animale. Mediante il dispositivo e il relativo abbinamento codice-animale, l'animale deve essere identificabile nell'azienda di provenienza, durante qualsiasi trasporto, in qualsiasi altra azienda differente da quella di provenienza, e infine al mattatoio. Si può dire però che in generale alla permanenza del dispositivo sull'animale sono anche affidate funzioni più complesse rispetto alla sola identificazione individuale: infatti, a esso è fatto carico di veicolare tutta una serie di dati relativi allo Stato Membro di Provenienza, all'allevamento e all'animale, etc. In effetti, il presupposto della permanenza dell'identificativo a partire dalla sua applicazione per l'intera vita dell'animale si relaziona alla sua identità anagrafica. Secondo quanto previsto dal Reg. CE 21/2004, l'identificazione individuale degli ovini e dei caprini deve essere assicurata in allevamento entro i 6 mesi di vita o in ogni caso prima di lasciare l'allevamento in cui l'animale è nato. È prevista una deroga fino a 9 mesi di vita dell'animale, per animali allevati in regime estensivo. Il Regolamento CE 21/2004 del 17 dicembre 2003, pubblicato in G.U.C.E. il 09 gennaio 2004, modifica il Regolamento CE 1782/2003 e le Direttive 92/102/CEE e 64/432/CEE e istituisce

in ambito comunitario un sistema di identificazione e di registrazione degli animali della specie ovina e caprina.

Il Regolamento, direttamente applicabile in tutti gli Stati Membri, è stato recepito in Italia dalla Circolare del 28/07/2005 [...] con l'adempimento di alcuni obblighi specifici a decorrere dal 09 luglio 2005, tra cui:

- *“... Tutti gli animali di un’azienda nati dopo il 9 luglio 2005 dovranno essere identificati entro il termine di 6 mesi a decorrere dalla nascita dell’animale e in ogni caso prima che l’animale lasci l’azienda in cui è nato... Gli animali sono identificati mediante due distinti mezzi di identificazione consistenti il primo in un marchio auricolare applicato all’orecchio sinistro e conforme alle caratteristiche dell’allegato A, Parte I – e il secondo in un marchio auricolare simile al primo ovvero un tatuaggio riportante lo stesso codice del primo mezzo di identificazione, applicato all’orecchio destro ...”*;
- *“... Per quanto riguarda la possibilità di utilizzare come secondo mezzo di identificazione un identificativo elettronico così come previsto dal Regolamento e le cui caratteristiche sono illustrate nell’allegato A, Parte II si fa presente che la suddetta Direzione Generale di concerto con le altre Amministrazioni coinvoltesi è attivata per risolvere i problemi sia di natura tecnica che amministrativa tuttora esistenti al fine di consentirne l’impiego il più presto possibile ...”*.

In seguito ai problemi tecnici e amministrativi sollevati nella suddetta Circolare circa l’impiego dell’identificazione elettronica degli ovini dei caprini, la Direzione Generale del Dipartimento per la sanità pubblica veterinaria, la nutrizione e la sicurezza degli alimenti del Ministero della Salute della Repubblica Italiana ha inviato il 30 marzo 2007 agli Assessorati delle Regioni e delle Province Autonome, ai Servizi veterinari e ai Produttori e Fornitori di

marche auricolari e alle Associazioni di Categoria un circolare [...] riportante le procedure operative per l'applicazione dell'identificazione elettronica nei piccoli ruminanti, definendo:

- *“... I dispositivi di identificazione e di lettura siano registrati presso il Ministero della salute ...”*;
- *“... I codici identificativi da imprime sui transponders siano forniti esclusivamente dal numeratore unico del CNS dell'anagrafe zootecnica nazionale istituito presso l'IZS Abruzzo e Molise ...”*;
- *“... Il codice identificativo univoco da imprimere sul transponder deve essere lo stesso codice identificativo riportato sul marchio auricolare ...”*, fatta eccezione per animali già identificati elettronicamente precedentemente.

In ambito europeo, la sperimentazione sull'impiego dell'identificazione elettronica degli animali è stata avviata nel 1998 con il progetto IDEA, la cui relazione finale, pubblicata il 30 aprile 2002, ha fornito i presupposti sperimentali al regolamento (CE) 21/2004. Tuttavia, ad integrazione delle acquisizioni dei dati sperimentali fino ad allora ottenuti e alle cui prove sperimentali la sezione di Produzioni Animali ha contribuito, al fine del trasferimento in campo applicativo su larga scala del sistema di identificazione basato sull'RFID, le sperimentazioni condotte successivamente durante il corso di dottorato hanno preso in considerazione diversi aspetti.

L'applicazione dell'identificazione elettronica nelle normali condizioni di campo si presentava, in base a quanto riportato nella relazione finale del progetto IDEA, perfezionata al punto da poter essere applicata e che gli identificatori elettronici potevano migliorare sensibilmente i sistemi di identificazione dei piccoli ruminanti “convenzionali”, fino a quel momento adottati. L'implementazione dell'identificazione elettronica su larga scala mediante

applicazione di boli endoruminali, necessita di risorse umane, appositamente addestrate e formate per affrontare la pratica di somministrazione del bolo all'animale, affidata al personale che opererà su campo e non più allo staff che ha condotto le attività sperimentali.

## Sezione 2.

### *Le filiere ovine e caprine in Sardegna: Stato dell'arte dopo l'adozione della tecnologia RFID, evoluzione, sviluppo e problematiche riscontrate.*

#### **Evoluzione dell' anagrafe del bestiame in Sardegna, fino al Reg. Ce 21/2004**

1898 - R.D. 14/7/1898 REGOLAMENTO PER LA REPRESSIONE DELL'ABIGEATO E DEL PASCOLO ABUSIVO IN SARDEGNA

In base a quanto disposto dall'art. 1 di tale normativa, si impone la creazione di un sistema di registrazione dei detentori e dei loro animali ed un sistema identificativo dell' animale stesso. Si impone, inoltre, l'uso del marchio per il bestiame bovino ed equino “...e del segno per quello ovino...(art. 1)”.

Ai proprietari di bestiame è imposto di fare denuncia al comune di appartenenza dei capi da essi posseduti e di indicare il segno adoperato per gli ovini unendovi il disegno.

Al comune spetta di accertare la proprietà del bestiame che è stato denunciato.

Il riconoscimento della proprietà delle pecore si basava sui così detti segni padronali, “is sinnos/sos sinnos”, nella parlata sarda. I segni padronali di riconoscimento degli animali venivano realizzati servendosi di un coltello praticando dei tagli di diversa foggia alle orecchie di ciascun capo del proprio allevamento.

Per quanto attiene il ruolo anagrafico dei comuni il R.D. 14/7/1898 all' art.3 prevedeva che:

*“Il segretario comunale deve tenere un registro per il bestiame grosso ed uno per quello minuto. Nel primo deve essere indicato:*

- *il cognome , nome e domicilio del proprietario;*
- *il mantello, il marchio e, nel caso lo abbia il segno.*

*Nel secondo:*

- *il segno del denunziante;*
- *il numero del bestiame segnato;”*

Il comune doveva quindi rilasciare una ricevuta della denuncia ed un apposito bollettino, il registro di iscrizione ed il bollettario per il rilascio dei bollettini venivano custoditi dal segretario comunale mentre “...*il proprietario di bestiame è obbligato ad esibire la ricevuta o i bollettini a semplice richiesta degli ufficiali ed agenti della forza pubblica... (art.10)”*”.

Il bollettino doveva contenere l’indicazione del nome e domicilio del proprietario, il numero del bestiame e la descrizione del marchio o segno. La specie ovina e quella caprina venivano considerate facenti parte di “un unico gruppo anagrafico” e periodicamente ne veniva effettuato il censimento in seguito al quale veniva rilasciato al proprietario un unico bollettino che comprendeva tutto il gruppo di animali. Quindi per la specie ovina il bollettino era unico e comprendeva l’intero gregge.

E’ da mettere in rilievo che il R.D. 14/7/1898 non cita alcun ruolo per il quale sia incaricato il medico veterinario quale figura di controllo e archiviazione dei dati anagrafici del bestiame.

#### 1934 - R.D. 27 LUGLIO APPROVAZIONE DEL TESTO UNICO DELLE LEGGI SANITARIE

In seguito al R.D. 14/07/1898, il T.U.L.L.S.S. obbliga i comuni o consorzi di comuni, in funzione della consistenza zootecnica, ad istituire un servizio veterinario comunale o consorziale. L’ articolo 59 recita:

*“I comuni, nei quali esistono notevoli quantità di bestiame e dove l’industria zootecnica ha speciale importanza, e quelli dove si tengono frequenti mercati e fiere di bestiame, possono essere obbligati con decreto del prefetto ad istituire una condotta veterinaria.*

*I comuni hanno l'obbligo di procedere... alla compilazione di uno speciale elenco dei possessori di bestiame.”*

Inoltre all' art. 346 si legge:

*“...ogni Comune o consorzio veterinario deve avere il regolamento del servizio veterinario.*

*Il regolamento è deliberato dal Consiglio comunale o dall'assemblea consorziale ed approvato dalla Giunta provinciale amministrativa, previo parere del Consiglio provinciale di sanità.”*

La gestione dell'anagrafe viene affidata ai comuni tramite il “servizio anagrafe bestiame” che è sotto il controllo del veterinario condotto comunale o consorziale.

È introdotta la figura del medico veterinario preposto ai controlli ai fini anagrafici del bestiame.

1961 - D.P.R. n. 264 del 11/2/1961

Il servizio veterinario comunale viene sostituito da un vero e proprio Ufficio Veterinario Comunale retto da un veterinario comunale cui fanno capo i veterinari condotti. È questa la normativa che introduce il passaggio del servizio di anagrafe del bestiame sotto il controllo di una nuova istituzione veterinaria comunale come viene ribadito all' art. 3:

*“I Comuni e i Consorzi di Comuni hanno un ufficio veterinario comunale.*

*Dell' ufficio veterinario fanno parte:*

- *i veterinari condotti addetti al servizio di assistenza veterinaria; ...*

*... l' ufficio veterinario comunale è diretto da un veterinario comunale capo.”*

1978 - LEGGE n. 833 del 23/12/1978

Istituisce il Servizio Sanitario Nazionale ed i compiti che erano svolti dagli Uffici Veterinari Comunali o consorziali sono trasferiti alle UU.SS.LL. L' art.16 recita:

*“stabilisce norme per il riordino dei servizi veterinari a livello regionale nell'ambito di ciascuna unità sanitaria locale o in un ambito territoriale più ampio, tenendo conto della distribuzione e delle attitudini produttive del patrimonio zootecnico, della riproduzione animale,...”*.

1992 - DIRETTIVA 92/102/CE 27/11/1992

Viene imposto l' obbligo di identificazione degli animali tramite l'uso delle marche auricolari e dei tatuaggi.

1996 - D.P.R. 30/04/1996 N.317 REGOLAMENTO RECANTE NORME PER L' ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 92/102/CE RELATIVA ALL' IDENTIFICAZIONE E ALLA REGISTRAZIONE DEGLI ANIMALI

Il decreto prevede l'istituzione di un elenco delle aziende che detengono animali da redigere sotto il controllo della ASL competente per territorio in cui siano aggiornati tutti i dati relativi all' azienda stessa: denominazione, codice di identificazione aziendale, generalità del detentore ecc., ad ogni azienda viene attribuito un codice di identificazione. Il detentore deve tenere un registro dove aggiornare una serie di informazioni riguardanti l' azienda quali il numero totale di ovini allevati, il numero delle femmine che raggiungono l' età di dodici mesi o che partoriscono ed il numero di ovini eventualmente movimentati con l' indicazione di origine e destinazione. Per quanto riguarda l'identificazione dell'animale il DPR prevede l' applicazione di un marchio auricolare o di un tatuaggio riportante un codice di identificazione dell'azienda di provenienza.

Attualmente, nel vasto ambito che riguarda la normativa cogente in ambito europeo sull'identificazione animale si constata che l'identificazione degli ovini e dei caprini, prevede l'applicazione di una serie di dispositivi di identificazione le cui specifiche delle caratteristiche tecniche sono riportate nel Reg. CE 21/2004. Nella sezione A dell'allegato al Reg. CEE 21/2004 sono riportate le specifiche di ciascuna tipologia di identificativo e i siti di applicazione relativi ai dispositivi di identificazione contemplati. Sulla base di tale normativa, è disposto un sistema di doppia identificazione degli animali:

1. a mezzo di marca auricolare ad entrambe le orecchie;
2. a mezzo di una marca auricolare e un secondo mezzo di identificazione che può essere il tatuaggio (per la cui esecuzione si riportano in seguito i siti anatomici contemplati nel Regolamento CE 21/2004);
3. in alternativa, un identificativo elettronico.

In ogni caso, la marca auricolare è riconosciuta quale primo mezzo di identificazione, a cui si associano gli altri dispositivi.

La funzione del dispositivo di identificazione di un animale, qualunque esso sia, è quello di consentire di identificare il singolo individuo dalla nascita alla morte. La base di tale identificazione è rappresentata dall'attribuzione di un codice alfanumerico in grado di essere associato fisicamente all'animale. Mediante il dispositivo e il relativo abbinamento codice-animale, l'animale deve essere identificabile nell'azienda di provenienza, durante qualsiasi trasporto, in qualsiasi altra azienda differente da quella di provenienza, e infine al mattatoio. Si può dire però che in generale alla permanenza del dispositivo sull'animale sono anche affidate funzioni più complesse rispetto alla sola identificazione individuale: infatti, a esso è fatto carico di veicolare tutta una serie di dati relativi allo Stato Membro di

Provenienza, all'allevamento e all'animale, etc. In effetti, il presupposto della permanenza dell'identificativo a partire dalla sua applicazione per l'intera vita dell'animale si relaziona alla sua identità anagrafica. Secondo quanto previsto dal Reg. CE 21/2004, l'identificazione individuale degli ovini e dei caprini deve essere assicurata in allevamento entro i 6 mesi di vita o in ogni caso prima di lasciare l'allevamento in cui l'animale è nato. È prevista una deroga fino a 9 mesi di vita dell'animale, per animali allevati in regime estensivo. Il Regolamento CE 21/2004 del 17 dicembre 2003, pubblicato in G.U.C.E. il 09 gennaio 2004, modifica il Regolamento CE 1782/2003 e le Direttive 92/102/CEE e 64/432/CEE e istituisce in ambito comunitario un sistema di identificazione e di registrazione degli animali della specie ovina e caprina. Il Regolamento, direttamente applicabile in tutti gli Stati Membri, è stato recepito in Italia dalla Circolare del 28/07/2005 con l'adempimento di alcuni obblighi specifici a decorrere dal 09 luglio 2005.

## ***Aspetti tecnici dell'introduzione della radiofrequenza per l'identificazione animale nelle varie filiere produttive e della radiologia digitale RFID+DRX***

### **Caprini. Gestione del registro di stalla e monitoraggio delle produzioni caprine delle aree montane e marginali**

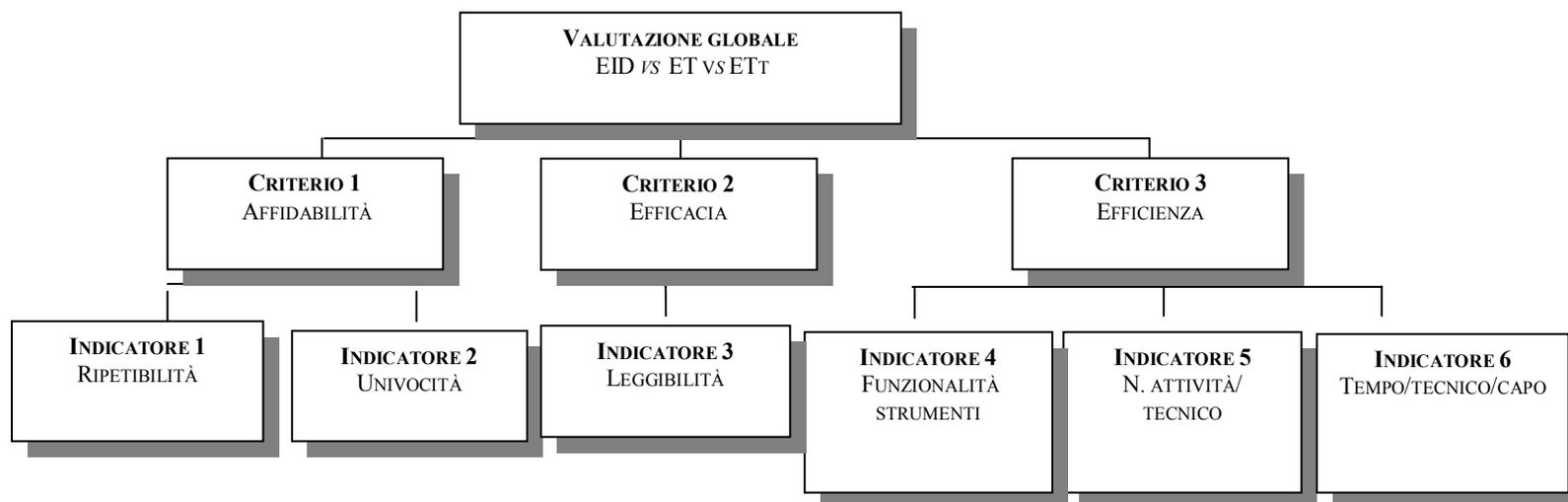
#### **Global Score dell'EID ai fini anagrafici nei caprini**

In questa parte descrivo un'esperienza sperimentale nell'allevamento estensivo della capra da latte, sull'efficacia, efficienza e affidabilità di tre dispositivi di identificazione individuale attualmente in uso (transponder, marca auricolare e tatuaggio auricolare). in Sardegna

La prova sperimentale si è svolta presso un allevamento estensivo di capre di razza Sarda iscritte al Libro Genealogico presso l'AIPA Nuoro-Ogliastra. 210 capi di età compresa tra 5 e 6 mesi, nel quale sono stati identificati contestualmente con 3 dispositivi di identificazione individuale mediante: applicazione di bolo ruminale (RUMITAG bolus®, 70 g.) peso specifico ( $>3,3 \text{ g/cm}^3$ ) contenente un transponder (Tiris 32 mm) (Gruppo EID); marca auricolare in plastica - della tipologia adottata dalla ASL di competenza territoriale [2]- applicata al padiglione dell'orecchio sinistro (Gruppo ET); tatuaggio auricolare - riportante il codice alfa numerico del Libro Genealogico – apposto con pinza ad aghi al padiglione dell'orecchio destro, (Gruppo ETt). Il rilievo dei codici individuali dei 3 dispositivi per ciascun animale è stato effettuato, da 3 distinti operatori (A, B, e C), in occasione di uno dei controlli mensili della produzione lattea con gli animali posizionati in rastrelliera per la mungitura meccanica da 24 postazioni per ciclo di mungitura. L'operatore A rilevava il codice dei transponders mediante lettura statica e lettura dinamica (Pinna et al., 2004, 2006); l'operatore B rilevava il codice della marca auricolare mediante lettura visiva e lo trascriveva

direttamente su documento cartaceo; l'operatore C rilevava il codice del tatuaggio impresso sul padiglione auricolare mediante lettura visiva trascrivendolo, anch'esso, immediatamente su carta. Le attività di ciascun operatore classificate in funzione delle relazioni tecniche per ciascun ciclo di mungitura di 24 animali sono state cronometrate, registrate, elaborate e infine confrontate mediante diagramma di Gantt (Pinna et al., 2007). Affidabilità, efficacia ed efficienza, relative ai 3 dispositivi di identificazione individuale sono state valutate in termini comparativi (EID vs ET vs ETt) utilizzando una matrice dei parametri tecnici (Pinna *et al.*, 2007) creata su una scala di giudizio da 1 a 3, (Fig. 1) sulla base di un modello di analisi di processo gerarchico (Pinna *et al.*, 2007).

**Fig. 1** – Analisi del processo gerarchico (Pinna *et al.* 2007)



I tempi di rilievo e la registrazione dei codici di ciascun dispositivo d'identificazione individuale sono risultati **EID** (lettura statica) 6" 87/capo vs **ET** 9" 14/capo vs **ETt** 32" 28/capo. Il numero di attività/ciclo/operatore nel confronto in diagramma di Gantt è rispettivamente 1 vs 2 vs 2. Il rilievo e la registrazione dei codici del dispositivo d'identificazione individuale **EID** (lettura dinamica) vs **ET** vs **ETt** sono risultati rispettivamente 1" 83/capo vs 9" 14/capo vs 32" 28/capo. Dall'apposizione dei 3 dispositivi al momento del presente riscontro anagrafico per il totale dei 210 capi identificati, la permanenza del dispositivo iniziale sullo stesso animale è risultata rispettivamente 100% vs 85,20% (perdita 31 marche) vs 69,5% (impossibilità di leggere e trascrivere il codice alfa numerico di 64 capi). Il rilievo corretto (leggibilità %) del codice di ciascun dispositivo d'identificazione individuale è risultato: **EID** (lettura statica) 100%; vs **ET** 85,2% vs **ETt** 69,5%. Il rilievo corretto (leggibilità%) del codici del dispositivo d'identificazione individuale è risultato: **EID** (lettura dinamica) 98,09%; vs **ET** 85,2 vs **ETt** 69,5%. La differenza di leggibilità della lettura dinamica rispetto a quella statica (98,09 vs 100%) è dovuta al fatto che 4 capi sono transitati sovrapposti ad altri nel raggio d'azione dell'antenna posizionata nel corridoio d'accesso alla postazione di mungitura meccanica. La comparazione dei singoli coefficienti e del global score attribuito sulla base dei punteggi assegnati agli indicatori dei criteri affidabilità, efficacia ed efficienza, dei 3 dispositivi testati è riportata in Tabella 1.

Tab. 1 – Coefficienti di affidabilità, efficacia ed efficienza e Global Score (EID vs ET vs ETt).

<b>CRITERIO</b>	<b>EID</b>	<b>ET</b>	<b>ETt</b>
Affidabilità	0,290	0,160	0,090
Efficacia	0,160	0,088	0,049
Efficienza	0,090	0,049	0,027
Punteggio globale	0,540	0,297	0,167

Nel complesso, per le finalità anagrafiche connesse ai controlli della produzione del latte durante la mungitura meccanica delle capre, l'identificazione elettronica (**EID**) è risultata più affidabile, efficace ed efficiente rispetto alla marca (**ET**) e al tatuaggio auricolare (**ETt**).

## **Casistica sulla perdita di miniboli in capre di razza maltese allevate in Sardegna**

Con il procedere dell'impiego dell'identificazione elettronica su larga scala, come avviene in Sardegna nei piccoli ruminanti, si verifica l'insorgenza di problematiche che coinvolgono gli operatori del settore. In questa parte della tesi si riporta la segnalazione di una serie di episodi di perdita di miniboli ceramici utilizzati per l'identificazione degli animali in giovane età.

La casistica descritta si è verificata nel biennio 2008-2009 in un allevamento del centro Sardegna di capre di razza Maltese, in seguito all'applicazione di 65 boli, c. d. miniboli ceramici endoruminari (70×21 mm, 20 g) muniti di transponder (32,5 x 3,8 mm) con tecnologia Half Duplex. Nel periodo considerato, sono stati segnalati 24 casi di mancata lettura del codice del transponder. La mancata leggibilità del codice dei transponder è stata regolarmente registrata ai controlli funzionali per la produzione del latte da parte dell'operatore addetto ai controlli funzionali. A questo punto ci si trova di fronte al più classico dei dilemmi relativi alla prassi dell'identificazione elettronica mediante bolo ruminale:

- 1) mancata funzionalità del dispositivo
- 2) effettiva perdita del bolo applicato (assenza fisica del dispositivo).

Mediante radiografia in proiezione latero-laterale del fianco sinistro dell'animale, viene eseguita con apparecchio radiografico digitale portatile, una seduta di diagnostica per immagini in campo, effettuate direttamente in allevamento su

animali per i quali non è stato possibile rilevare il codice del transponder mediante lettore portatile in dotazione all'operatore, secondo le procedure di Help Desk codificate da Pinna et al. (2007).

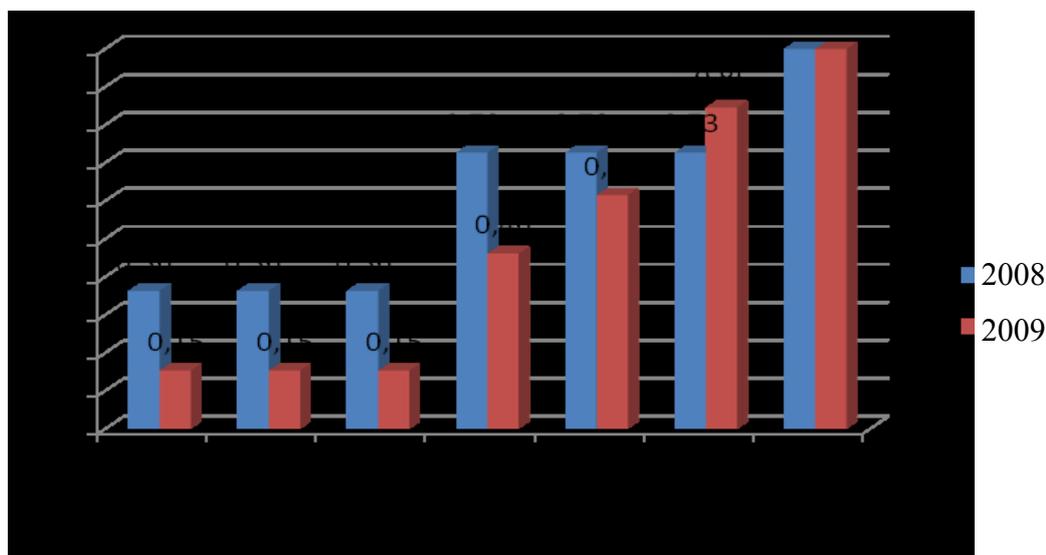
La segnalazione dei 24 casi di mancata lettura del codice del transponder contenuto nei miniboli somministrati agli animali, si è in realtà rivelata un'imponente perdita di transponder pari a un tasso di prevalenza del 36.9% (vedi tabella). L'entità della perdita del minibolo da parte degli animali segnalati, accertata mediante esame radiografico, ha manifestato un tasso di prevalenza del 37.9% nei nuovi identificati dell'anno 2008. La prevalenza è stata del 38.2% nei nuovi identificati del 2009.

La casistica descritta mi ha consentito di: 1) confermare la validità dell'impiego delle radiografie ai fini della discriminazione certa tra perdita e malfunzionamento del transponder applicati agli animali 2) differenziare tra i tassi di perdita di questa tipologia di supporto ceramico, il bolo da 20 grammi, che purtroppo era stata improvvidamente adottata dagli interessati, senza alcuna sperimentazione preliminare e dunque non adeguatamente testati in condizioni di campo.

Tabella: Capi identificati, boli somministrati e tasso di prevalenza di perdita dei boli negli anni 2008 e 2009

Annualità	2008	2009	Totale
Capi EID	29	34	65
Boli Z20 (70x21mm, 20g)	29	34	65
Miniboli persi	11	13	24
Prevalenza (%)	37.9	38.2	36.9

Grafico: Frequenza cumulata delle perdite dei boli in occasione dei controlli funzionali effettuati dall'operatore nell'anno 2008 e 2009.



### EID + CMT nell'allevamento caprino

Sviluppare un'applicazione dell'EID in funzione del CMT, comune e frequente intervento di carattere igienico sanitario per il monitoraggio del contenuto in cellule somatiche (CCS) del latte in allevamento.

È stato effettuato il CMT sul latte di ciascuna emimammella di 107 capre in lattazione, identificate elettronicamente con boli ceramici endorumenali dotati

di transponder HDX. Un campione di latte di massa è stato analizzato in laboratorio. Il modello EID+CMT si basa sull'utilizzo di un lettore portatile di transponder, abbinando al momento della mungitura, il codice del transponder con lo score del CMT (S=0÷3).

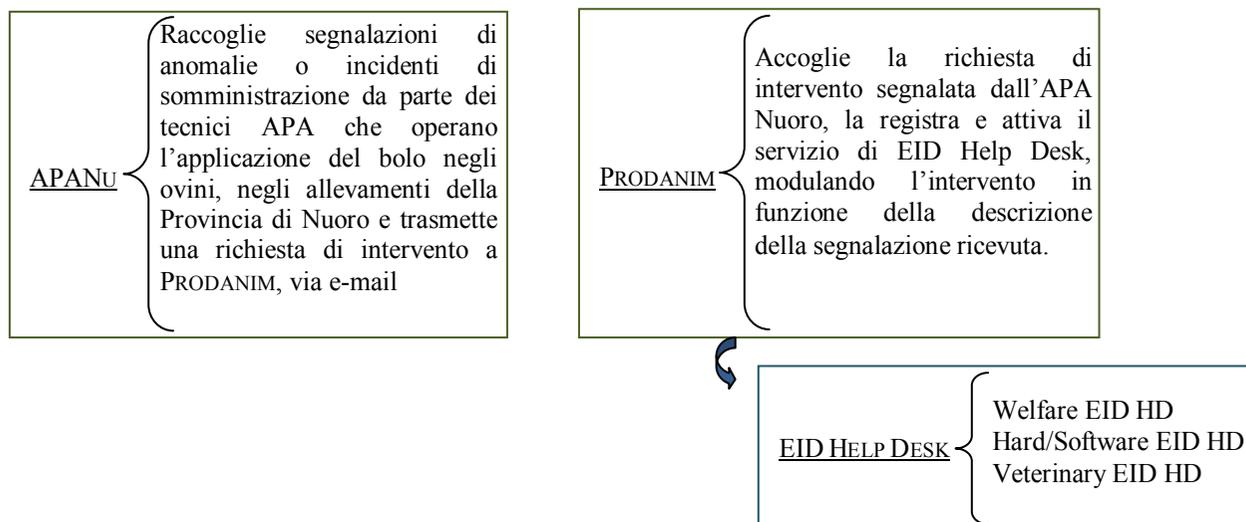
Nei 107 capi lo score del CMT è risultato: S=0: 10,7%; S=1: 17,6%; S=2: 31,6%; S=3: 41,1%. Nel latte di massa (S=3) il laboratorio ha riportato CCS=3.800.000/ml. L'EID ha permesso l'identificazione individuale rapida e precisa dei singoli capi. L'integrazione EID+CMT ha consentito di associare, su formato elettronico in tempo reale, l'identità anagrafica del singolo animale al suo dato sanitario. Al termine delle attività, si sono potuti esaminare i dati raccolti in azienda.

Il data set dei dati anagrafici dell'allevamento implementato sull'EID si è mostrato valido supporto nella specifica esigenza igienico-sanitaria di monitoraggio in campo delle mastiti subcliniche rispetto a quelli basati sulla marca auricolare e il tatuaggio auricolare.

## **Ovini. Progetto pilota di identificazione su larga scala degli ovini. Tipologia dei dispositivi impiegati e problem solving attraverso il servizio di Help Desk**

Nell'ambito del 2° Progetto Pilota tra la Sezione di Produzioni Animali (Prodanim) dell'Università di Sassari e l'APA di Nuoro, si è configurato un MASHUP, in cui i due partner (Prodanim & APA Nu) nell'ambito delle attività di propria competenza, creano una piattaforma di informazioni condivise, orientate al miglioramento dei servizi per l'allevatore. Le attività del progetto per i due partner di ricerca si articolano come schematizzato nel seguente grafico:

Fig. : Schema del MASHUP tra Prodanim e APA Nuoro



L'EID Help Desk è progettato come sportello di servizio Web, funzionale a raccogliere le segnalazioni via e-mail provenienti dall'APA di Nuoro, relativamente a problematiche di campo derivanti dall'impiego della somministrazione del bolo endoruminale. Lo sportello è strutturato in 3 utenze:

- ANIMAL WELFARE EID HELP DESK. Raccoglie, classifica e archivia le segnalazioni relative a problematiche associate a eventuali turbative del benessere animale in seguito alla somministrazione del bolo. Ad esempio; in seguito alla somministrazione del bolo la produzione è diminuita dell'80%, etc. ...
- HARD/SOFTWARE EID HELP DESK. Raccoglie, classifica e archivia le segnalazioni relative a problematiche associate a: 1) funzionamento dei dispositivi di identificazione e della strumentazione elettronica e la conseguente gestione del software, in dotazione agli operatori APA; 2) problematiche di tipo amministrativo e di gestione del dato anagrafico in seguito a verifica dell'identità degli animali. Ad esempio, doppia somministrazione del bolo allo stesso animale, etc. ...;
- VETERINARY EID HELP DESK. Raccoglie, classifica e archivia le segnalazioni relative a problematiche strettamente di carattere veterinario: incidenti di somministrazione, lesioni gravi, morte dell'animale.

Nell'ambito dell'EID Help Desk Prodanim ha adottato un protocollo operativo che si basa sulle seguenti risorse:

- Umane
- Informatiche
- Strumentali

## **RISORSE UMANE**

L'impiego di risorse umane varia in funzione della tipologia di intervento, in relazione ai casi segnalati, tra un minimo di 1 e un massimo di 3 operatori, oltre al tecnico APA direttamente coinvolto che partecipa alle attività per quanto di propria competenza.

### **RISORSE INFORMATICHE**

1. Lettori portatili per transponder [Gesreader 2 ISO COMPATIBLE (Rumitag) e Animal Coder ISO MAX III (Bayer)];
2. Antenna transceiver per la lettura dinamica;
3. PC portatile e relativo software gestionale;

### **RISORSE STRUMENTALI**

1. Termometro e igrometro per ambienti;
2. Valigetta con strumentazione medica (termometro per animali, stetofonendoscopio, guanti e camici, teli e garze sterili, antisettico liquido e spray)
3. Valigetta con strumentazione chirurgica (bisturi con lame, forbici e pinze anatomiche da dissezione);
4. Apparecchio radiografico portatile (Pierotti, 80-90 kVolt, con tempi variabili di esposizione (mA/sec) del peso di 12 kg);
5. Moduli di rapporto di intervento;
6. Moduli di esame necroscopico;

### **FINALITÀ**

L'intervento dello staff di Prodanim è indirizzato al raggiungimento di 2 obiettivi concreti in campo:

1. EID SYSTEM AUDITOR. Trattasi delle verifiche in campo della correttezza delle procedure di applicazione del bolo, in relazione alle indicazioni impartite durante il corso di formazione agli addetti all'identificazione elettronica dei ruminanti;

2. PROBLEM SOLVING ACTIVITY. Sono rappresentate dall'insieme delle attività e degli interventi di carattere veterinario, tecnico ed elettronico, utili per provare a risolvere il problema segnalato.

## **ATTIVITÀ 1**

### **ANIMAL WELFARE EID HELP DESK**

I casi pratici relativi al benessere degli animali sono stati classificati in base alle esigenze concrete derivanti dalla pregressa e pluriennale attività di identificazione elettronica dello staff di Prodanim. I possibili effetti classificati sono:

- Effetti negativi sull'assunzione dell'alimento (Ad es., inappetenza, ridotta capacità ruminale, etc. ...);
- Sull'attività riproduttiva (Ad es., ipofertilità, irregolarità del ciclo estrale, etc. ...);
- Sulle performance produttive (Ad es., calo della produzione latte, etc. ...).

## **ATTIVITÀ 2**

### **HARD/SOFTWARE EID HELP DESK**

#### **NON LEGGIBILITÀ DEL BOLO**

I casi pratici relativi a problematiche di carattere informatico e di gestione del dato sono stati classificati in base alle esigenze concrete derivanti dalla pregressa e pluriennale attività di identificazione elettronica dello staff di Prodanim. In caso di mancata leggibilità del bolo, si è proceduto come segue:

#### **1. ANAMNESI**

Si opera con la raccolta delle informazioni relative a:

- Eventuale ritrovamento di boli da parte dell'allevatore;
- Eventi di rilievo anamnestico (parti successivi all'identificazioni, fenomeni di meteorismo)

#### **2. IDENTIFICAZIONE DELL'ANIMALE**

Ciascun animale, per cui è stato richiesto l'intervento veterinario dal tecnico APA e di cui è segnalato il codice EID e tatuaggio auricolare registrati durante la compilazione del modulo per la richiesta di intervento, è sottoposto a verifica del codice del tatuaggio auricolare dal personale di Prodanim all'arrivo azienda. La verifica quindi prevede:

- Rilievo visivo del tatuaggio auricolare (codice APA) o della marca auricolare.

### 3. VERIFICA DELLA LEGGIBILITÀ DEL CODICE DEL TRANSPONDER

La leggibilità del codice del transponder è effettuata per mezzo di 3 tentativi di lettura statica con lettore Gesreader 2 (Rumitag) e, se necessario, con lettore Animal Coder (Bayer), sull'animale contenuto, come segue:

1. Lettura statica con passaggio del lettore lungo tutto il fianco sinistro dell'animale;
2. Lettura statica con passaggio del lettore lungo tutto il fianco destro dell'animale;
3. Lettura statica con passaggio del lettore lungo la linea alba dell'animale.

Qualora si verifichi un mancato rilievo del EIC (Electronic Identification Code) del transponder si può in caso procedere ad esame radiografico.

### 4. ESAME RADIOGRAFICO

Si esegue mediante radiografia con proiezione latero-laterale eseguita sul fianco sinistro, con individuazione della sottoregione del fianco immediatamente caudalmente alla punta dell'olecrano dell'arto anteriore sinistro (i tempi di esposizione variano da 0.18 a 0.20 msec, a seconda del BCS dell'animale).

L'esame radiografico ha forte valore per discriminare tra perdita del bolo e mancata leggibilità del codice del transponder (la radiografia documenta l'assenza o la presenza del bolo nel corpo dell'animale).

## ATTIVITÀ 3

### VETERINARY EID HELP DESK

#### INCIDENTE DI SOMMINISTRAZIONE

##### 1. IDENTIFICAZIONE DELL'ANIMALE

Ciascun animale, per cui è stato richiesto l'intervento veterinario dal tecnico APA e di cui è segnalato il codice EID e tatuaggio auricolare registrati durante la compilazione del modulo per la richiesta di intervento, è sottoposto a verifica dell'identità dal personale di Prodanim all'arrivo azienda. La verifica quindi prevede:

- Rilievo visivo del tatuaggio auricolare (codice APA) o della marca auricolare. Lettura statica mediante lettore portatile del codice EID, con rilievo del posizionamento del bolo nel corpo dell'animale. Verificati l'identità dell'animale e il posizionamento del bolo si procede alla visita clinica veterinaria.

##### 2. ANAMNESI

Si cerca di raccogliere i dati anamnestici di rilievo, riferiti sia dall'allevatore che dal tecnico APA, utili ai fini della formulazione del sospetto diagnostico. A questo livello, si chiede al tecnico APA di riferire sulle manualità di applicazione del bolo e se sono state seguite le indicazioni fornite durante la formazione teorico-pratica impartita nell'ambito del progetto IESA.

##### 3. VISITA CLINICA

La visita clinica è stata eseguita su tutti gli animali in cui fosse segnalato un incidente di somministrazione del bolo, come segue:

- Esame obiettivo generale;
- Esame obiettivo particolare;
- Formulazione del sospetto diagnostico. Al sospetto diagnostico possono seguire diverse procedure di intervento, a seconda della gravità del caso, per cui si riporta un elenco delle eventualità in ordine di gravità, stilato sulla base delle osservazioni riscontrate durante l'esperienza pluriennale in tale ambito.

## **INCIDENTE DI SOMMINISTRAZIONE DI LIEVE ENTITÀ**

### **I° CASO: BOLO ENDORUMINALE LOCALIZZATO NEL RETROFARINGE**

La lettura del bolo avviene a livello della regione della testa. Alla visita clinica, ove possibile, il bolo è percepito con la palpazione della regione craniale del collo. Il medico veterinario a questo punto valuta la possibilità di indurre l'animale all'eiezione del bolo dalla bocca, evocandone il riflesso con una manovra appropriata.

### **II° CASO: BOLO LOCALIZZATO A LIVELLO DELLE COANE**

La lettura del bolo avviene a livello della regione della testa. Alla visita clinica, il bolo non è raggiungibile da alcun tipo di palpazione. All'esplorazione visiva della cavità buccale il bolo non è visibile. Si formula il sospetto diagnostico che può essere confermato da un esame radiografico della regione della testa. In seguito a diagnosi di questo tipo, il consiglio del medico è non effettuare alcun tipo di intervento in attesa della remissione dell'infiammazione che interessa la zona di localizzazione del bolo, affinché questo, autonomamente e per gravità, si sposti, lasciando che l'animale lo deglutisca spontaneamente.

## **INCIDENTE DI SOMMINISTRAZIONE DI MEDIA ENTITÀ**

### **I° CASO: EDEMA DEL FARINGE E DELLE GANASCE**

La lettura del codice elettronico avviene a livello della regione di corretta localizzazione del bolo. Alla visita clinica si osservano edemi alla regione del faringe e delle ganasce di origine traumatica dovuti ad una troppo energica manualità di applicazione del bolo. L'animale è inappetente e può mostrare aumento della temperatura corporea e tachipnea. Si può consigliare una terapia medica, sulla base della constatazione delle possibilità di recupero e del benessere animale.

### **II° CASO: EDEMA DELLA REGIONE DEL COLLO E PNEUMODERMA**

La lettura del codice elettronico può avvenire a livello della regione di corretta localizzazione del bolo. La visita clinica può evidenziare edemi di origine traumatica a livello delle regioni craniale, media e caudale del collo con pneumoderma delle stesse regioni per

scollamento dei tessuti, dovuti ad una troppo energica manualità di somministrazione e di forzature nella progressione del bolo in esofago. L'animale può manifestare inappetenza e può mostrare aumento della temperatura corporea e tachipnea. Si può consigliare una terapia medica, sulla base della constatazione delle possibilità di recupero e del benessere animale.

#### **INCIDENTE DI SOMMINISTRAZIONE DI GRAVE ENTITÀ**

##### **I° CASO: ABBATTIMENTO COMPASSIONEVOLE**

La lettura del codice elettronico può avvenire di norma in regioni differenti dalla corretta localizzazione del bolo (bolo in trachea, bolo nei tessuti delle regioni profonde della faringe o del collo per rottura della parete dell'esofago). La visita clinica può avere esito infausto e far propendere il medico veterinario ad effettuare un abbattimento compassionevole per condizioni di eccessiva sofferenza e quadro clinico irreversibilmente non compatibile con la sopravvivenza dell'animale. Sarà eseguito in seguito ad abbattimento l'esame autoptico e, in seguito, sarà compilato il referto che definirà i danni causati all'animale, imputabili all'EID. Il recupero del bolo dalla carcassa sarà effettuato dal medico veterinario e la consegna del bolo avverrà ad opera del tecnico APA alla sede dell'APA di Nuoro.

##### **II° CASO: MORTE DELL'ANIMALE**

All'arrivo in azienda la procedura in caso di segnalazione di morte dell'animale prevede l'identificazione della carcassa, sia con lettura statica del codice EID e del tatuaggio auricolare. L'esame autoptico dipenderà dalle condizioni della carcassa e dalla tempestività della segnalazione della morte dell'animale da parte del tecnico APA o dell'allevatore. L'esame autoptico sarà condotto al fine di definire le *noxae* dell'*exitus*, ove possibile, e dichiarare l'effettiva imputabilità della morte dell'animale all'EID. Se le condizioni della carcassa non sono tali da rendere attendibile l'esame autoptico, si procede al recupero del bolo dall'animale e alla certificazione della dichiarazione di morte dell'animale.

#### **4. ESAMI COLLATERALI**

## ESAME RADIOGRAFICO

Ove ritenuto necessario, gli operatori dello staff di Prodanim decidono di accompagnare la visita clinica degli animali dall'esecuzione di un esame radiografico che permetterà di:

1. verificare la presenza del bolo;
2. localizzare il bolo.

Le specifiche dell'esame radiografiche sono trattate nella sezione 3.

## MAPPATURA DEL PROCESSO

Lo schema della mappatura del processo operativo delle attività di campo sopra descritte è dettagliatamente riportato nell'Allegato D.

## DISCUSSIONE

Il servizio di Help Desk sperimentato si è dimostrato un valido supporto per classificare, affrontare e risolvere i principali problemi emergenti dall'impiego dell'identificazione elettronica negli ovini da latte mediante bolo endoruminale in Sardegna.

L'applicazione del sistema EID, come qualsiasi attività operativa, non può prescindere da un margine di rischio (e dei relativi fattori in grado di determinare l'innalzamento della soglia del rischio stesso), a cui gli operatori e le organizzazioni dovranno necessariamente far fronte. La classificazione di alcune delle più frequenti tipologie di inconvenienti riportate in questa relazione rappresenta, a nostra conoscenza, il primo report concernente la raccolta degli effetti sugli animali e degli aspetti di carattere tecnico, raccolti in seguito a un diretto intervento operativo dall'impiego dell'identificazione elettronica degli animali in attività non sperimentale.

Le osservazioni, seppur nel breve periodo di attività dell'EID Help Desk, hanno permesso di sviluppare 3 campi di azione per il monitoraggio del sistema EID in campo e di adottare una possibile strategia di intervento:

1. Datawarehouse delle richieste di Help Desk;

2. Classificazione delle richieste;
3. Modulazione delle linee di intervento.

In conclusione, si può sottolineare l'esigenza di avviare presso ciascuna ASL per un servizio operativo di raccolta e classificazione delle problematiche principali derivanti dall'impiego dell'EID dopo l'entrata in vigore in termini obbligatori del sistema. Non si può escludere infatti la ricaduta negativa derivante da esperienze incongrue nelle diverse realtà operative, che vanificano le grandissime potenzialità del sistema EID.

(Allegato A)

**VETERINARY HELP DESK**

*a cura dello Staff della sezione di Produzioni Animali*

MODULO DI RICHIESTA DI INTERVENTO IN SEGUITO AD INCIDENTE DI SOMMINISTRAZIONE DEL BOLO

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Luogo \_\_\_\_\_ Prov(\_\_\_\_) Numero richiesta intervento \_\_\_\_\_

APA: CA  NU  OR  SS

Controllore APA che ha effettuato l'EID: \_\_\_\_\_

Data di applicazione EID: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Data di segnalazione del presunto incidente di somministrazione: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Allevamento (Cognome e nome, località, n° capi identificati elettronicamente)

---

Mortalità(n° capi EID morti/n° capi EID in allevamento) \_\_\_\_\_

Segnalamento (matricola – codice EID) \_\_\_\_\_ BCS \_\_\_\_\_

Data di morte/sacrificio \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Motivo della richiesta di intervento \_\_\_\_\_

---

(Allegato B) **EID HELP DESK - Tel. 079-229444 - e-mail:prodanim@uniss.it**  
a cura della sezione di Produzioni Animali

**Rapporto di intervento n° \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_**

**Luogo e data \_\_\_\_\_**

**Firma \_\_\_\_\_**

<b>DATI IDENTIFICATIVI DELL'ALLEVATORE/DETENTORE</b>
COGNOME E NOME ( <i>per esteso</i> ): _____
LOCALITÀ _____ COMUNE _____ (PROV) _____
CODICE AZIENDALE _____ CODICE APA _____
<b>VISITA CLINICA</b>
MATRICOLA N° _____ ID transponder _____ sesso ♀ ♂ età _____
<u>LOCALIZZAZIONE DEL BOLO, REGIONE ANATOMICA INTERESSATA:</u> <input type="checkbox"/> TESTA <input type="checkbox"/> COLLO <input type="checkbox"/> EMITORACE DX <input type="checkbox"/> EMITORACE SN <input type="checkbox"/> IPOCONDRIO DX <input type="checkbox"/> IPOCONDRIO SN <input type="checkbox"/> FIANCO DX <input type="checkbox"/> FIANCO SN <input type="checkbox"/> IMPOSSIBILE LOCALIZZARE BOLO
<u>ANAMNESI RIFERITA DA:</u> <input type="checkbox"/> ALLEVATORE/DETENTORE <input type="checkbox"/> CONTROLLORE APA _____ _____ _____
<u>ESAME OBIETTIVO GENERALE:</u> 1. ESAME VISIVO DELLE APERTURE NATURALI RISULTA: <input type="checkbox"/> NELLA NORMA <input type="checkbox"/> SCOLO NASALE <input type="checkbox"/> EPISTASSI <input type="checkbox"/> EMATEMESI <input type="checkbox"/> EMATOCHEZIA <input type="checkbox"/> FECI MOLLI/DIARREA
2. TEMPERATURA CORPOREA: _____ °C;
3. BCS (0-5) _____;
4. LIVELLO DI IDRATAZIONE DELL'ANIMALE: _____
5. MUCOSE SONO: <input type="checkbox"/> NELLA NORMA <input type="checkbox"/> CONGESTIONE/EDEMA <input type="checkbox"/> CIANOSI <input type="checkbox"/> PETECCHIE <input type="checkbox"/> ANEMIA <input type="checkbox"/> TEMPO DI RIMEPIMENTO CAPILLARE _____”
6. RESPIRAZIONE: <input type="checkbox"/> NELLA NORMA <input type="checkbox"/> TACHIPNEA <input type="checkbox"/> BRADIPNEA <input type="checkbox"/> RESPIRAZIONE ADDOMINALE <input type="checkbox"/> FENOMENI DI APNEA <input type="checkbox"/> DIFFICOLTÀ INSPIRATORIA <input type="checkbox"/> DIFFICOLTÀ ESPIRATORIA <input type="checkbox"/> TOSSE <input type="checkbox"/> MURMURE VESCICOLARE NORMALE <input type="checkbox"/> MURMURE VESCICOLARE RINFORZATO <input type="checkbox"/> SIBILI <input type="checkbox"/> RANTOLI
7. FREQUENZA RESPIRATORIA (ATTI/MIN) _____;
8. FREQUENZA CARDIACA (BATTITI/MIN) _____;
<b>ESAMI COLLATERALI – ESAME RADIOLOGICO</b>
<u>RADIOGRAFIA REGIONE</u> <input type="checkbox"/> TESTA N° _____ <input type="checkbox"/> COLLO N° _____ <input type="checkbox"/> EMITORACE DX N° _____ <input type="checkbox"/> EMITORACE SN N° _____ <input type="checkbox"/> IPOCONDRIO DX N° _____ <input type="checkbox"/> IPOCONDRIO SN N° _____ <input type="checkbox"/> FIANCO DX N° _____ <input type="checkbox"/> FIANCO SN N° _____ PROIEZIONI: <input type="checkbox"/> LATERO-LATERALE N° _____ <input type="checkbox"/> VENTRO-DORSALE N° _____

(Allegato C)

**PROGETTO VETERINARY HELP DESK**

*a cura dello Staff della sezione di Produzioni Animali*

REFERTO ESAME AUTOPTICO

Data \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Luogo \_\_\_\_\_ Prov(\_\_\_\_) Numero necropsopia \_\_\_\_\_

Richiedente dell'intervento veterinario:

APA: CA  NU  OR  SS

Controllore APA che ha effettuato l'EID: \_\_\_\_\_

Data di applicazione EID: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Data di segnalazione del presunto incidente di somministrazione: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Identità dell'animale:

matricola n° \_\_\_\_\_ ID transponder \_\_\_\_\_

sesto  F  M età \_\_\_\_\_

Data della morte/eutanasia \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Reperto macroscopico:

1. Valutazione del *rigor mortis* \_\_\_\_\_

2. Stato di nutrizione e idratazione, cute, mucose, lingua, orifizi naturali, occhi, palpazione arti e articolazioni

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Sottocute \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Esame organi cavità addominale \_\_\_\_\_

Versamenti e topografia organi \_\_\_\_\_

Esame visceri \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Esame organi cavità toracica \_\_\_\_\_

Versamenti e topografia organi \_\_\_\_\_

Esame visceri \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Esame organi del collo \_\_\_\_\_

Versamenti e topografia organi \_\_\_\_\_

Esame visceri \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Reperto microscopico:

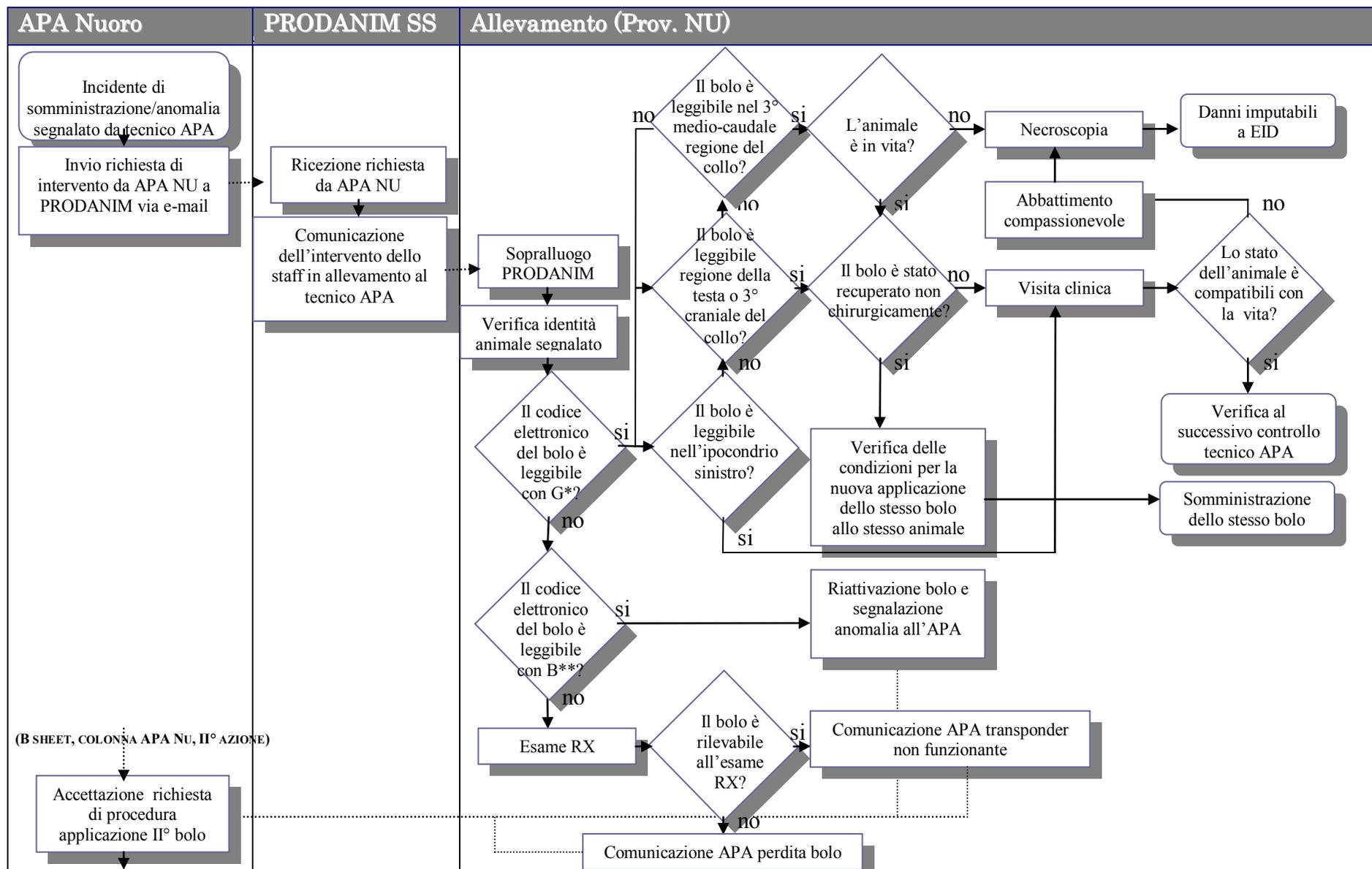
Risultati di eventuali esami (es.citologico, batteriologico, virologico, istopatologico, ecc.)

Diagnosi:

Commento: con possibile interpretazione delle lesioni

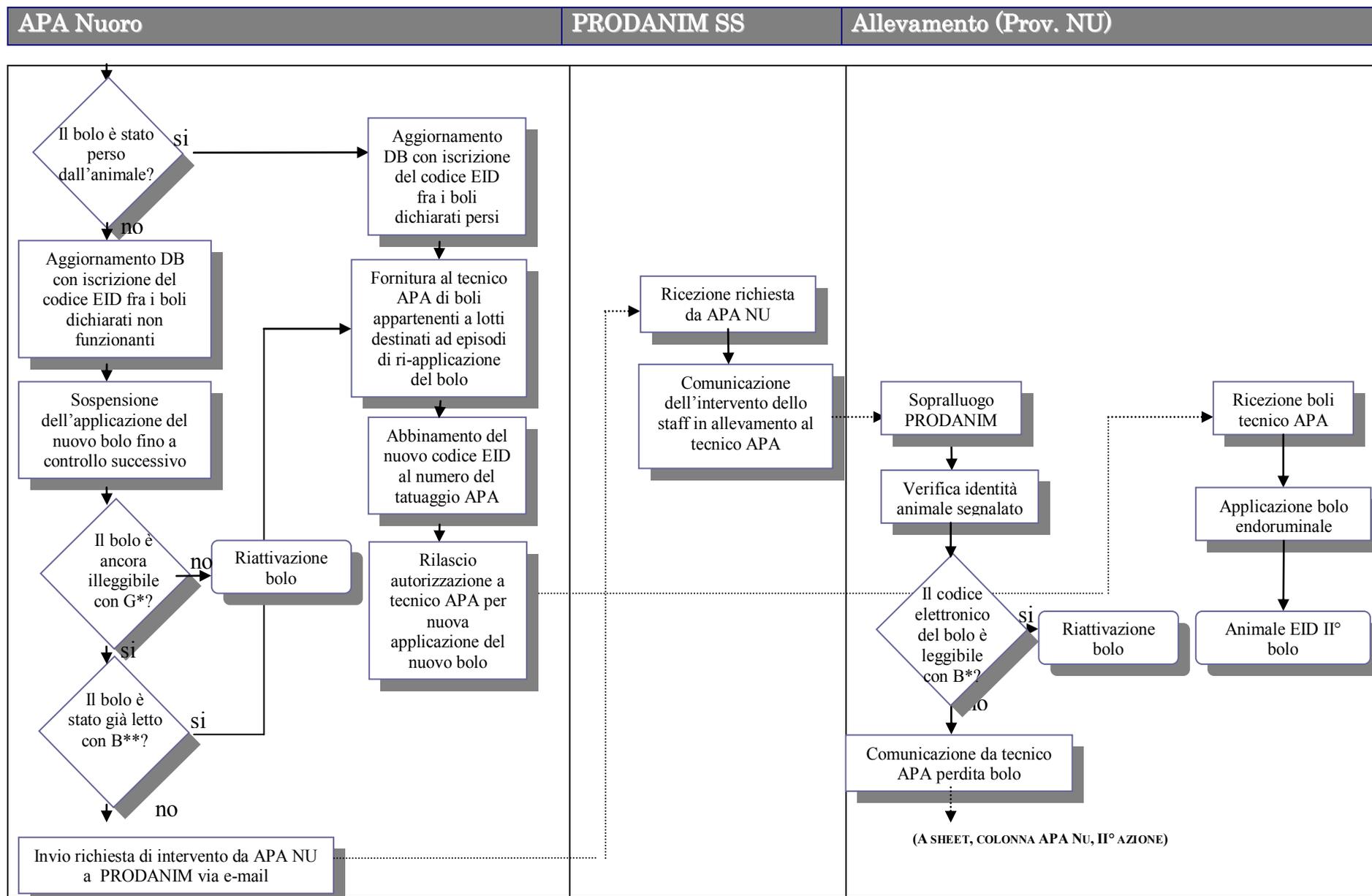
(Allegato D°)

### Mappatura del processo (A sheet)



(Allegato D°)

### Mappatura del processo (B sheet)





di vista sierologico. Un' equipe di lavoro mista (Prodanim&AUSL NU), ha saggiato come un animale EID individuato attraverso il codice elettronico del transponder mediante lettore portatile dallo Staff Prodanim, possa essere abbinato l'intervento del veterinario AUSL per effettuare i prelievi di sangue dall'animale sentinella. La gestione del dato integrato ha consentito di realizzare un database EID+BT dedicato. Le attività di controllo, secondo pianificazione in accordo con il protocollo operativo di sorveglianza epidemiologica, sono così riassunte:

1. Veterinario prodanim: identificazione dell'animale sentinella EID;
2. Veterinario AUSL: prelievo per monitoraggio sierologico del capo sentinella.
3. Veterinario prodanim: registrazione su lettore portatile del dato integrato EID+BT.
4. Veterinario AUSL: prelievo, custodia e invio provette al laboratorio per analisi sierologiche.

Il progetto di ricerca ha consentito di implementare l'EID a supporto delle attività del medico veterinario in occasione di emergenze sanitarie. L'univocità e l'affidabilità dell'identificazione dell'animale per ognuna delle misure di monitoraggio previste dalla ASL e soprattutto con la gestione informatizzata del dato in allevamento si è mostrata molto funzionale.

## Sezione 3

### Esame Radiografico Applicato alle attività di identificazione Elettronica degli Animali

La radiologia è la branca della medicina che si occupa di fornire immagini (vere, ricostruite o virtuali) dell'interno del corpo animale, allo scopo di fornire informazioni utili alla diagnosi.

Per tal motivo si parla anche di radiodiagnostica

Storicamente nasce qualche anno dopo la scoperta dei raggi X da parte di Wilhelm Conrad Röntgen, avvenuta nel 1895. Nel 1896 Antoine Henri Becquerel scopre la radioattività naturale dell'uranio. Nel 1898 Marie e Pierre Curie scoprono la radioattività del polonio e del radio.

Fino alla seconda metà del XX secolo, la radiologia restava l'unico metodo di esplorazione indiretto dell'interno del paziente; sul finire del 1900 vennero inventate ed assorbite nella branca radiologica altre tecniche di esplorazione non basate sull'utilizzo di radiazioni ionizzanti. Per questo motivo, pur restando il nome "radiologia" come indicativo delle indagini interne, talvolta oggi si preferisce inserire tale approccio diagnostico nel più ampio dominio di *diagnostica per immagini*.

Le immagini da raggi X sono ottenute generando, un potente fascio di raggi X per mezzo di un tubo radiogeno e facendolo passare attraverso il corpo del paziente. Tali raggi possono essere assorbiti dai tessuti del paziente, deviati dagli urti con gli atomi del corpo, o passare indisturbati e le frazioni in gioco dipendono dall'energia dei raggi utilizzati e dal tipo di tessuto irradiato.

Il fascio uscente dal paziente deve essere reso visibile; per questo motivo, nella prima metà del 1900 venivano usati opportuni strati di fosfori su vetro (fluoroscopia): i raggi X colpivano

lo strato, che emetteva luce ed il radiologo, di fronte al paziente (e al fascio di radiazione), osservava quanto visibile sul vetro. Questa geometria, date le quasi nulle protezioni dalle radiazioni, generò molti casi di morte tra i radiologi.

La situazione migliorò notevolmente con l'uso di film fotografici messi a contatto con il paziente, all'interno di speciali contenitori che nascondevano il film alla luce. Impressionati dai raggi X, tali film (lastre) venivano poi sviluppati, tramite un procedimento fotografico;

questo permetteva al radiologo di osservare con calma la radiografia, senza problemi di radiazione, su uno schermo illuminato in modo uniforme (negativoscopio o diafanoscopio).

Nella seconda metà del 1900 vennero introdotti schermi al tungstato di calcio da parte della francese Dupont, in grado di convertire i raggi X in luce: se posti a contatto con il film, dopo lo sviluppo, si aveva una radiografia, che da un lato era un po' meno definita nei dettagli, ma che in compenso permetteva di avere un'immagine con una dose di radiazioni ridotta almeno di un fattore 10, con riduzione del rischio per il paziente. Il film poteva anche essere sensibile su entrambe le facce, ciascuna a contatto con un schermo di rinforzo, in modo da ridurre ulteriormente la dose. La situazione è ulteriormente migliorata negli anni 1960, con l'introduzione di schermi alle "Terre rare" (ossisolfuro di gadolinio) da parte dell'italiana Ferrania Technologies: l'efficienza aumentò e in corrispondenza la dose per esame fornita al paziente diminuì ulteriormente.

Ulteriori perfezionamenti riguardarono sia il film (aumento della qualità dell'immagine, sviluppo a tempi ridotti) che gli schermi di rinforzo (aumento dell'efficienza), portando questi sistemi vicini al limite tecnologico. Negli anni trenta il radiologo italiano Alessandro Vallebona ha proposto una metodica per rappresentare un solo strato del corpo sulla pellicola radiografica: questo esame porta il nome di stratigrafia. Sfruttando principi di geometria

proiettiva, con la pendolazione del tubo radiogeno, tutti i piani al di sopra e al di sotto dello strato di interesse vengono eliminati.

La stratigrafia ha rappresentato fino alla metà degli anni ottanta uno dei pilastri della diagnostica radiologica, ma grazie all'avvento del calcolatore è stata progressivamente soppiantata.

### *Principi fisici della radiologia Cosa sono i raggi x?*

La radiologia sfrutta l'interazione del corpo umano con fasci di particolari onde elettromagnetiche, dette raggi x, la cui lunghezza d'onda è assai più corta di quella delle onde radio e della luce e appartiene alla banda compresa fra 0,001 e 1 nm. Di conseguenza, vista la proporzionalità inversa tra lunghezza d'onda e frequenza, possiamo anche definire i raggi x come onde elettromagnetiche ad alta frequenza.

I raggi x vengono prodotti in appositi tubi radiologici che sono delle ampole di vetro sotto vuoto spinto nelle quali si applica una elevata differenza di potenziale elettrico (decine di migliaia di volt). Questa ha l'effetto di accelerare fortemente un fascio di elettroni emessi da una spirulina incandescente: gli elettroni vanno così a colpire ad alta energia un bersaglio formato da un metallo pesante, in genere tungsteno, il quale, per un fenomeno fisico assai complesso, emette radiazioni che appartengono appunto alla banda dei raggi x.

La generazione dei raggi x negli apparecchi radiologici è quindi un fenomeno strettamente governato dall'uomo, nei suoi parametri fisici, nella sua intensità e nella sua durata: i raggi x si formano nel tubo ed escono solo nel momento in cui, schiacciando un pulsante, si determina la formazione dell'alta tensione e il flusso di elettroni.

Il tubo e l'apparecchio radiologico spenti o inattivi non sono radioattivi e non emettono raggi.

### *Raggi x, radiazioni e energia*

Ricordiamo una importante legge fisica che esprime la relazione che lega la frequenza ( $\nu$ ) e l'energia ( $E$ ) dell'onda:

$$E = h\nu$$

ove  $h$  è la costante di Planck ed è un valore numerico universale. Ne deriva che, essendo i raggi x onde elettromagnetiche ad alta frequenza, ad essi è associata una energia molto elevata.

Per questo motivo i raggi x, che nella loro interazione con la materia cedono una notevole quantità di energia, sono in grado di determinare la ionizzazione degli atomi, cioè la formazione di coppie di ioni e di radicali liberi, con conseguenze anche gravi sulla struttura dei costituenti biochimici della cellula e sulla salute del vivente.

Questi effetti biologici delle radiazioni ionizzanti sono più marcati sulle cellule ad alta attività proliferativa e spiegano sia il loro impiego per la radioterapia delle neoplasie che la spiccata sensibilità al danno radiante delle cellule in fase di rapida crescita come il midollo osseo emopoietico, la mucosa intestinale e i gameti.

L'energia rilasciata dai raggi x all'interno del corpo viene espressa dalla dose: questa si misura in Gray ( $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ ). Le dosi impartite dalla maggior parte degli esami radiologici di uso comune (ossa, torace, mammografia, apparato digerente, etc.) sono comprese fra 1 e 10 mGy.

Giova ricordare che le dosi radianti minime per le quali sia stato dimostrato un effetto lesivo sulle cellule sono superiori di molte decine di volte rispetto a quelle impiegate in radiodiagnostica.

## TECNOLOGIA RADIOGRAFICA. **Tipi di immagini in Radiologia**

Le immagini ottenute con le diverse tecniche, a seconda delle loro caratteristiche, possono essere distinte in immagini di tipo:

*MORFOLOGICO o FUNZIONALE*

*PLANARE o TOMOGRAFICO*

*ANALOGICO o DIGITALE*

### **Immagini morfologiche e funzionali**

Le immagini di tipo morfologico sono quelle in cui le strutture anatomiche sono visibili in maniera molto dettagliata.

Le immagini di tipo funzionale sono quelle in cui viene visualizzata la funzionalità del tessuto o dell'organo indagato, mentre i caratteri anatomici possono, eventualmente, risultare piuttosto approssimativi.

Forniscono immagini di tipo morfologico:

- Radiografia
- Radioscopia
- Ecografia
- TC
- RM

Forniscono immagini di tipo funzionale:

- Radioscopia
- Ecografia (eco-Doppler)
- TC con contrasto
- RM
- MN

### **Immagini analogiche e digitali**

Le immagini di tipo analogico sono teoricamente formate da un numero di punti infinito le cui modificazioni cromatiche avvengono in maniera continua secondo variazioni teoricamente infinitesimali.

Le immagini di tipo digitale (da “digit” = cifra) sono formate da un numero finito di punti (pixel = picture element) le cui modificazioni cromatiche avvengono per passaggi discreti.

Forniscono immagini di tipo analogico:

- Radiografia convenzionale
- Radioscopia convenzionale
- MN (Scintigrafia)

Forniscono immagini di tipo digitale:

- Radiografia digitale
- Radioscopia digitale
- Ecografia
- TC
- RM

- MN (SPECT e PET)

### **Risoluzione spaziale delle immagini**

La **risoluzione spaziale** di un'immagine esprime la capacità dell'occhio umano di poter distinguere due punti come appartenenti a strutture anatomiche differenti.

La risoluzione spaziale delle immagini digitali può essere espressa in numero di pixel (ad es. un monitor di un computer può essere impostato con una risoluzione di 1440 x 960 pixel = 1382400 pixel = 1,3 Megapixel).

La risoluzione spaziale delle immagini digitali può anche essere espressa in quantità di pixel per unità di superficie: "dpi" [dot per inch = punti per pollice (quadrato)].

Maggiore è la risoluzione spaziale migliore è la qualità e la quantità del dettaglio anatomico di un'immagine.

### **Risoluzione di contrasto delle immagini**

La **risoluzione di contrasto** è data dalla capacità dell'occhio umano di poter distinguere due punti vicini in un'immagine attraverso una differenza di colore.

Maggiore è la differenza cromatica, maggiore risulterà il contrasto e, quindi, la possibilità di poter identificare come diversi due punti sull'immagine.

L'esame radiografico è una tecnica che offre una risoluzione di contrasto relativamente bassa per i tessuti molli.

Il grasso, comunque, grazie alla sua minore densità, è in grado di fornire una sufficiente differenza cromatica.

La maggiore o minore presenza di grasso condiziona il contrasto radiografico.

### **Interazioni raggi X - materia**

La formazione dell'immagine radiografica dipende, oltre che dal fascio di raggi X prodotto dal tubo radiogeno, anche dal tipo di interazioni che i raggi X hanno con la materia (tessuti organici, oggetti nell'ambiente, ecc.).

Le principali interazioni tra raggi X e materia determinano la **ionizzazione** o l'**eccitazione** degli atomi.

La ionizzazione si produce principalmente attraverso due fenomeni: l'effetto Fotoelettrico e l'effetto Compton. L'eccitazione si produce solo su alcuni tipi di materiali.

### **Opacità radiografiche**

La radiazione primaria, quella attenuata e, in parte, quella diffusa, sono i principali responsabili delle opacità radiografiche visibili su un radiogramma.

Come già accennato, l'esame radiografico è una tecnica che possiede una bassa risoluzione di contrasto. In effetti, sono praticamente 5 i tipi di opacità distinguibili su un radiogramma: 1) gas; 2) grasso; 3) liquidi (tessuti molli); 4) osso; 5) metalli (mezzi di contrasto positivi).

L'immagine radiografica è fatta da un insieme variabile di questi grigi.

È possibile discriminare due organi o due tessuti quando i loro profili sono circondati da un mezzo più o meno opaco dell'organo o del tessuto stesso e, quindi, con livelli di grigio differenti.

I vari livelli di grigio derivano, oltre che dal grado di attenuazione dei raggi X nei differenti tessuti (densità e spessore), anche da fenomeni di addizione e di sottrazione.

### *Fenomeno di addizione*

Si verifica quando parte di due opacità si sovrappongono su due differenti piani geometrici. Nei punti in cui le due opacità si sovrappongono, l'opacità radiografica aumenta perché rappresenta la somma dell'attenuazione dei raggi X di due oggetti.

#### *Fenomeno di sottrazione*

Si verifica quando parte di una radiotrasparenza si sovrappone su parte di un'opacità. Nei punti in cui l'area radiotrasparente si sovrappone all'opacità, questa si riduce in quanto la trasparenza, negativa, si sottrae all'opacità, positiva.

#### **Densità radiografica**

Oltre all'opacità radiografica, un altro importante concetto è quello della densità radiografica: grado di annerimento della pellicola radiografica dovuto alla riduzione e alla fissazione dell'argento dell'emulsione.

Aumentando il numero o l'energia dei raggi X, mediante l'incremento dei mAs o dei kV, si aumenta il numero di fotoni di raggi X che raggiungono la pellicola e, quindi, si rende più denso il radiogramma.

La densità di una pellicola radiografica è direttamente proporzionale alla quantità di raggi X che raggiunge la pellicola stessa. La densità è primariamente condizionata dai mAs (numero dei raggi X) e, in misura minore, dai kVp. Un altro aspetto importante nelle immagini radiografiche è il contrasto. Come ricorderemo, per contrasto si intende la possibilità di poter distinguere due punti contigui sulla base della loro differenza cromatica (differente tonalità di grigio). Potremo, perciò, avere immagini radiografiche molto contrastate, immagini, cioè, in cui le differenze cromatiche sono molto evidenti, ed immagini poco contrastate, immagini nelle quali le differenze tra i vari punti sono più sfumate.

*Poco contrasto:* scala dei grigi intermedi tra il bianco ed il nero (lunga).

*Molto contrasto*: scala dei grigi intermedi tra il bianco ed il nero (corta).

## **Radiologia Digitale**

A partire dagli inizi degli anni '70 del secolo scorso, si è affermata anche in campo medico diagnostico la tecnologia informatica.

In campo radiologico, la Tomografia Computerizzata è stata la prima tecnica basata sull'elaborazione computerizzata e rappresentata da immagini cosiddette "digitali" derivanti da informazioni di tipo binario (acceso/spento) su cui poggiano i processi di calcolo degli elaboratori elettronici. Intorno alla metà degli anni '80, la Fuji introdusse sul mercato una nuova tecnologia, la Radiografia Computerizzata (Computerized Radiography - CR), basata sui fosfori fotostimolabili (Photo Stimulable Phosphors - PSP), in grado di dare immagini radiografiche digitali. Nasceva così una nuova branca della Radiologia, la Radiologia Digitale. Da quel momento in poi le tecniche tradizionali basate sul sistema pellicola-schermi di rinforzo (Radiografia) e sullo schermo+monitor analogico (Radioscopia) venivano da quel momento in poi ri-classificate nella cosiddetta Radiologia Convenzionale o Tradizionale.

## **Radiologia Digitale: risoluzione spaziale**

Le radiografie digitali, al pari di tutte le immagini digitali, sono basate su una matrice, nella quale l'immagine viene scomposta in un numero finito di unità elementari di superficie dette pixel (PIcture ELEment). In una matrice tanto più piccoli e numerosi **no?** sono i pixel, tanto più dettagliata appare l'immagine. Quindi, la risoluzione spaziale delle immagini digitali è definita non solo dalla grandezza ma anche dal numero dei pixel che la costituiscono. La risoluzione spaziale delle immagini digitali può, perciò, essere espressa in numero di pixel per unità di superficie (dot per inch - dpi).

L'immagine radiografica, è di tipo analogico perciò costituita da un numero teoricamente infinito di punti. In realtà anche l'immagine su pellicola è fatta da un numero finito di punti i

quali, sempre in linea teorica, potrebbero avere un diametro pari al diametro dei cristalli di bromuro di argento dell'emulsione ( $2\mu\text{m}$ ).

In effetti, la risoluzione spaziale di un'immagine radiografica su pellicola è molto più bassa rispetto a quella digitale perché, come già detto, l'impressionamento della pellicola avviene soprattutto ad opera dello strato di cristalli di fosfori degli schermi di rinforzo e ciò comporta che ad ogni singolo raggio X corrisponda l'illuminazione di un'area della pellicola ben più ampia del diametro del singolo cristallo di Bromuro di Ag.

Tradizionalmente, la risoluzione spaziale di una immagine radiografica viene espressa in paia di linee per millimetro (line pairs/mm - lp/mm) cioè, quante paia di linee, una bianca e una nera, è possibile distinguere nell'unità di superficie di riferimento).

Nella Radiografia Convenzionale su pellicola, la risoluzione spaziale di un sistema pellicola-schermo medio, è di circa 6 lp/mm ma può arrivare a 20 lp/mm nei sistemi usati per le mammografie.

Nella Radiologia Digitale la risoluzione spaziale è più bassa se comparata alla Radiologia Convenzionale e nei sistemi attualmente più diffusi essa è compresa tra 2 e 5 lp/mm.

Oltre alla matrice e, quindi, alle dimensioni dei pixel, l'immagine digitale si caratterizza per la profondità della scala cromatica. La profondità cromatica (nel caso delle immagini diagnostiche, solitamente, nella scala dei grigi) nella Radiologia Convenzionale può essere considerata infinita in quanto il passaggio da un grigio ad un altro avviene in maniera continua, nella Radiologia Digitale è costituita da un numero finito di passaggi discreti. Il numero dei grigi che costituiscono un'immagine radiografica digitale viene determinato dalla quantità di bit disponibili per la codifica. L'occhio umano, in effetti, è in grado di "percepire" generalmente circa 32 livelli di grigio: una scala cromatica dal nero assoluto al bianco assoluto divisa in più di 32 "gradini" verrebbe percepita dai nostri occhi come una transizione

di tipo continuo. Tuttavia, la presenza di “gradini” più piccoli è, comunque, importante perché questa informazione, grazie a software ad hoc, può essere esaltata aumentando così il contenuto informativo da un punto di vista diagnostico. Nella Radiologia Digitale le informazioni sui livelli di grigio vanno da un minimo di 256 livelli fino a oltre 16000 nei sistemi più recenti. Questo significa che le immagini radiografiche o radioscopiche digitali possiedono un contrasto enormemente maggiore rispetto alle immagini ottenute con le tecniche convenzionali.

### **Radiologia Digitale: Range dinamico**

I rivelatori utilizzati nella Radiologia Digitale presentano sempre una risposta “lineare”, direttamente proporzionale all’energia dei raggi X con i quali interagiscono (**range dinamico**).

uno fra i diversi vantaggi che offre la Radiologia digitale nelle immagini digitali è che è possibile effettuare modifiche dell’immagine stessa dopo che è stata fatta la sua acquisizione (*post-processing*) su supporto informatico. Ad esempio, è possibile modificare la distribuzione dei grigi e, quindi, correggere i più comuni errori in eccesso (c.d. di sovraesposizione) o in difetto (c.d. sottoesposizione) della densità.

I sistemi convenzionali basati su pellicole e schermi hanno, invece, un grado di contrasto inerente molto limitato (latitudine).

Nella Radiologia Digitale, l’immagine radiografica o radioscopica dopo che questa viene acquisita, viene visualizzata direttamente sul monitor di un computer. La risposta dei sensori è di tipo lineare e questo significa che, entro certi limiti, è possibile ottenere delle immagini diagnostiche anche con esposizioni inferiori di raggi X. Per il medico Veterinario pertanto, l’adozione di un sistema di Radiografia/Radioscopia Digitale comporta diversi vantaggi soprattutto da un punto di vista pratico:

- Riduzione dell’esposizione del paziente ai raggi;

- Compensazione di errori di esposizione ;
- Elaborazione o Post-processing (luminosità, contrasto, filtri, misurazioni);
- Archiviazione immagini ;
- Teleconsulto con colleghi;

### **Radiologia digitale: tecnologie disponibili**

Attualmente la Radiologia Digitale (o Radiografia/Radioscopia Digitale) si basa su diverse tecnologie. Le più diffuse sono quelle basate su:

- Piastre di Fosfori Fotostimolabili - Computer Radiography (PSP-CR);
- Fosfori di Gadolinio attivato al Terbio e Charge Coupled Device ( $Gd_2O_2S$ -Tb CCD);
- Ioduro di Cesio attivato al Tallio e Thin Film Transistor (CsI-Tl TFT);
- Strato di Selenio amorfo e Thin Film Transistor - Direct Radiography (a-Se TFT - DR).

Comunemente, si parla di *Computer Radiography* (CR), nel caso delle piastre di fosfori fotostimolabili e di *Digital Radiography* (DR), nel caso delle tecnologie basate su CCD e TFT.

Queste tecnologie sono anche distinte in tecniche **Indirette** e **Dirette**. Le tecniche indirette sono quelle in cui la trasformazione dei raggi X in informazione digitale avviene attraverso la mediazione di materiali fluorescenti (come per gli schermi di rinforzo). Le tecniche dirette, invece, sono quelle in cui i raggi X stimolano dei materiali semiconduttori nei quali determinano una condizione (+ o -) direttamente interpretabile dai computer.

### **Protocollo DICOM**

Le immagini digitali ottenute con qualsiasi tecnica di Diagnostica per Immagini vengono salvate nello standard DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Lo standard DICOM definisce i criteri per la comunicazione, la visualizzazione, l'archiviazione e la stampa dei file di Diagnostica per Immagini. Lo standard DICOM è pubblico e rappresenta la modalità software di codifica dei file di imaging medico utilizzato in tutto il mondo e da tutti i costruttori di attrezzature di Diagnostica per Immagini.

Un file DICOM ha due parti:

- un'intestazione che contiene informazioni quali ad es. i dati anagrafici del paziente, il protocollo di acquisizione, la matrice dell'immagine, le dimensioni dei pixel, ecc.;
- i valori dei pixel (coordinate x, y; livello di grigio) che costituiscono l'immagine vera e propria.

### **Elaborazione - Post Processing dell'acquisizione**

Le immagini digitali possono essere sottoposte a procedure di elaborazione (post-processing) per un'analisi quantitativa oltre che qualitativa del contenuto informativo dell'immagine acquisita (es. misure di densità, misure di funzioni) per valutazioni morfometriche (dimensioni lineari, angoli, aree, volumi), per l'elaborazione di ulteriori immagini. Esistono molte applicazioni in grado di leggere ed elaborare le immagini DICOM, per tutti gli ambienti operativi più diffusi (Linux, Macintosh e Windows). La gran parte di questi applicativi sono proprietari, appartengono, cioè, alla casa che commercializza un dato sistema di Radiologia Digitale.

## MATERIALI E METODI

### Apparecchiature:

- Apparecchio radiologico portatile ad alta frequenza : Compact 30 HF,  
Potenza 100 kv-30 Ma;  
Tubo RX: Toshiba D-124- 1,2m/m – Temp. Anodo 20 KH  
(anno di fabbricazione 2003)
- Pellicole radiografiche a luce verde Kodak T-MAT-G - 30x40cm
- Sistema Digitale Indiretto CR35VE portatile con Tecnologia PCS.  
Con la tecnologia PCS (Photo-Collecting System) il fascio laser gira ad alta velocità.  
Viene utilizzato un pentaprisma con punto focale di 80 µm di diametro. L'immagine presente sullo schermo fluorescente viene convogliata, da un sistema di speciali specchi a parabola, al ricevitore. Le immagini ad alta risoluzione così ottenute sono pronte ad essere archiviate.
- Casse Cassette radiografiche in alluminio - 24x30cm
- Cassette radiografiche in alluminio - 35x43cm
- Film ai fosfori 24 x 30 cm
- Personal computer Fujitsu Siemens ESPRIMO Mobile.
- Software: Vet Ray Vision
- Grembiule anti-x - Pb 0.50/Standard - 120x60cm
- Collare anti-x - Pb 0,50 - Peso 0,5 Kg.
- Liquidi di sviluppo e fissaggio manuali

- Asta portacassetta in alluminio e plexiglass, regolabile a 360°

## **Attività di campo**

### *Esame radiografico sugli ovini*

La parte sperimentale inerente l'utilizzo della radiologia in funzione dell'identificazione elettronica negli animali domestici riportata in questa tesi di dottorato ha avuto la prima applicazione nella specie ovina.

Tale esperienza è stata inizialmente messa a punto dallo staff di ricerca della Sezione di Produzioni Animali come parte di un servizio di Help Desk offerto agli allevatori e all'APA di Nuoro sulla base dell'esigenza di poter discriminare con certezza la differenza tra perdita e non leggibilità del dispositivo elettronico applicato agli animali.

Nella prima fase della sperimentazione si è pertanto lavorato per delineare una standardizzazione delle attività radiografiche al fine della loro trasferibilità.

In prima istanza è stata cercata una posizione dell'animale che permettesse in base alle nostre esigenze di meglio posizionare nella pellicola radiografica il bolo ricercato.

Sono state studiate 2 posizioni: 1) con l'animale in stazione 2) con l'animale contenuto in decubito laterale mediante legatura alle estremità degli arti.

Nel primo caso l'ovino veniva tenuto in stazione quadrupedale da due assistenti e l'apparecchio radiologico veniva posto ad una altezza variabile in funzione della zona nella quale si preveda essere posizionato il bolo nel comparto prestomacale.

Nel secondo caso, con l'animale legato in decubito laterale, l'apparecchio radiologico veniva fissato ad una altezza standard dal suolo, stabilita in 90 cm.

In questo caso la cassetta contenente la pellicola radiografica veniva posizionata a diretto contatto tra l'animale e il suolo.

Per le prime esperienze che risalgono ai primi mesi di attività di questo dottorato (nel 2007) negli allevamenti ovini sono state usate cassette e pellicole di tipo tradizionale, con pellicole radiografiche a luce verde; conseguentemente nelle varie aziende si rendeva necessario allestire una camera oscura ricavata in un ambiente che doveva anche essere oscurato al momento e all'interno del quale veniva posto su piano d'appoggio la vasca con i liquidi sviluppo, risciacquo e fissaggio.

Per ciascuna delle 2 posizioni considerate sono state effettuate 8 radiografie per volta, dopodiché si è proceduto allo sviluppo delle stesse ed in funzione dei risultati qualitativi ottenuti venivano definiti i migliori tempi di esposizione e i più adeguati posizionamenti della cassetta.

#### *Esame radiografico sui caprini*

Dal punto di vista applicativo si sono ripercorse le stesse procedure per l'effettuazione delle radiografie già descritte per la specie ovina relativamente alle 2 posizioni dell'animale mentre si sono adattati i tempi di esposizione.

#### *Esame radiografico sulla specie asinina*

Dal punto di vista del procedimento radiografico la differenza fondamentale rispetto alle precedenti specie è riconducibile al tipo di transponder impiegato, non più alloggiato all'interno di un bolo in ceramica ma bensì di tipo iniettabile in vetro biocompatibile, e alla localizzazione non nell'apparato digerente ma inserito nella regione del collo dell'animale e in regione retro auricolare.

In questa specie gli esami radiografici sono stati eseguiti con l'animale in stazione quadrupedale e con la cassetta posta lateralmente al collo. L'altezza dell'apparecchio radiologico veniva variata di volta in volta in base all'altezza del soggetto.

### *Esame radiografico sui suini*

Analogamente a quanto già sperimentato nella specie asinina l'esame radiografico in questa specie è stato eseguito con l'animale in stazione quadrupedale, contenuto tramite l'apposito cavetto in acciaio con presa all'osso nasale, e con l'ausilio di un portacassette a braccio lungo tenuto da un collaboratore;

Nella prova sperimentale relativa a questa specie è stato definitivamente abbandonato l'utilizzo della radiologia tradizionale a favore di quella digitale che ha mostrato fin dal primo momento una decisa superiorità di carattere pratico-esecutivo.

## **RISULTATI**

L'utilizzo della radiologia tradizionale nelle specie ovina caprina e asinina pur nel soddisfacimento del risultato in termini di diagnostica per immagini ha mostrato tutti i suoi limiti. In particolare quelli legati allo sviluppo delle pellicole e all'allestimento di camere oscure di fortuna che comportavano tempi d'applicazione molto lunghi il gravoso sforzo per ripetibilità dell'esame.

Il primo problema tecnico da risolvere comune a tutte le specie è stato quello di individuare il tempo di esposizione ottimale. La difficoltà concreta è sostanzialmente dovuta a diversi "spessori" da indagare nell'ambito delle diverse specie. Il secondo problema è stato quello di

individuare punti di repere anatomici facilmente utilizzabili per poter meglio individuare in rapporto a questi punti di repere la localizzazione del transponder.

A partire dalle prime prove effettuate nella specie suina l'uso della radiologia digitale ha semplificate in modo radicale le procedure tecniche e pertanto successivamente è stata preferita anche nelle altre specie studiate.

## Sezione 4

### ***Considerazioni sull'impatto economico dell'introduzione della tecnologia RFID su larga scala.***

L'impiego e l'implementazione delle nuove tecnologie applicate alle produzioni animali lungo la filiera produttiva possono senza dubbio rappresentare utili strumenti, sebbene un approccio critico per l'utilizzazione ottimale e sostenibile non possa prescindere dalle considerazioni economiche e analisi costo-beneficio. In questi termini, tutti gli attori della catena produttiva, devono affrontare una serie di adeguamenti, sia su base obbligatoria che volontaria, su temi riguardanti la tracciabilità dei prodotti e la salute pubblica, il benessere animale. A questo si va aggiungendo il concetto di aziende sostenibili.

Nel 2002, la Food Safety Authority è stata stabilita nella normativa Europea 178/2002 attraverso la Commissione Europea del Parlamento Europeo e del Consiglio i quali hanno promulgato i principi generali delle leggi per la produzioni degli alimenti e per le procedure in materia di sicurezza alimentare.

La sicurezza alimentare è diventata un obiettivo tra quelli del sistema produttivo europeo e si presenta l'esigenza di assicurare il flusso di informazione tra gli *stakeholders* e per permettere il più veloce e selettivo possibile ritiro dal mercato di prodotti, in caso di rischio per la salute pubblica, con il minimo danno sanitario, ambientale e economico.

Specificamente, l'identificazione animale e i registri di allevamento sono punti di partenza essenziali nell'ambito delle filiere produttive delle produzioni animali e ben articolati in una serie di interventi normativi di tipo cogente.

Un appropriato sistema di identificazione è nondimeno anche richiamato nelle Good Farming Practice, al fine di soddisfare aspetti manageriali aziendali e favorire un miglior monitoraggio degli animali oltre che delle rese produttive, al di là del fatto di essere obbligatorio. In termini concreti, il successo di un'azienda dipende dalla gestione di un insieme di che spaziano dalla selezione genetica degli animali alla sorveglianza sanitaria, dal

benessere animale alla sicurezza per la salute pubblica, alla qualità degli alimenti per gli animali e ai materiali che entrano in contatto con i processi di produzione.

L'evoluzione delle nuove tecnologie nel campo delle produzioni animali che entrano nei diversi sistemi produttivi (altamente specifici e peculiari di Paese in Paese a livello globale) ha conosciuto nell'ultimo decennio uno sviluppo tumultuoso. Si è così venuta a creare la necessità di disporre di una traccia fondamentale di operazioni condivisibili che conducano al soddisfacimento delle linee guida in termini generali e che possano dar luogo alla differenziazione dei prodotti, a una competitività leale, a una migliorata catena produttiva a tutti i livelli. Con particolare riferimento alle produzioni animali, lo stato dell'arte alla fine del 2° millennio mostra il raggiungimento di tre pietre miliari nel progresso scientifico e zootecnico: Merks (2000) le ha riassunte in a) Miglioramento genetico; b) Selezione delle linee; c) Analisi del DNA. Al momento attuale, nella prima decade del 3° millennio una quarta pietra miliare può essere individuata per la sua pregnanza applicata alle produzioni animali, la loro Tracciabilità (Pinna et al., 2007).

In relazione alla pluriennale esperienza della Sezione di Produzioni Animali sulla tematica nei termini più generali, di tracciabilità nella fase primaria delle produzioni animali, cioè in allevamento, l'impiego di nuove tecnologie ai fini dell'identificazione animale e della tracciabilità di animali, nelle due decadi 1990 – 2010 che si susseguono nel cambio di millennio hanno visto profondi mutamenti di scenario anche nelle condizioni di campo degli allevamenti della Sardegna. L'impiego di dispositivi per l'identificazione animale individuale a radio frequenza (RFID) è entrato progressivamente a far parte dei materiali correnti per la tracciabilità *in vivo* in diverse specie animali, allevate e selvatiche. Il transponder (dispositivo elettronico applicato al corpo dell'animale e dotato del codice alfanumerico) è stato appaiato a dati biologici degli animali, rappresentati ad esempio dal profilo genetico mediante amplificazione del DNA tramite uso di micro satelliti per le prove di rispondenza genetica tra l'animale in vivo e la carcassa. Ulteriori implementazioni del sistema basato sulla

radiofrequenza hanno determinato la digitalizzazione del dato anagrafico e dei dati genetici, produttivi e sanitari. La valutazione dell'impiego della tecnologia ha comportato nell'insieme un vero e proprio salto epocale nella gestione del dato anagrafico degli animali, aprendo la strada all'implementazione della tecnologia approntando il progresso della tecnologia anche su condizioni di campo su larga scala e applicato in diverse filiere produttive. Diverse specie animali allevate, dai monogastrici ai ruminanti, dagli animali da carne a quelli da latte, e alle specie selvatiche a tutela della biodiversità sono stati oggetto di approfondite indagini sperimentali. Dal punto di vista sperimentale sono stati valutati diversi aspetti relativamente all'impiego della tecnologia RFID e in prospettiva anche l'impiego congiunto con altre tecnologie basate sulla digitalizzazione del dato (Digital Imaging, Biologia molecolare, etc...).

Relativamente agli aspetti che si rendono necessari per la valutazione su campo dell'impiego della tecnologia a RFID nelle filiere delle produzioni animali, congiuntamente ad altre tecnologie sopra menzionate, sono stati adottati diversi criteri di valutazione: 1) Compatibilità della tecnologia RFID con il benessere animale e le performance produttive; 2) Caratteristiche tecniche dei dispositivi e delle tecnologie impiegate; 3) Fattibilità e facilità di impiego del sistema lungo l'intera catena produttiva; 4) Impatto economico del sistema.

- *Compatibilità della tecnologia RFID con il benessere animale e le performance produttive.*

Il sistema di identificazione elettronica individuale testato su campo nelle diverse filiere delle produzioni animali in Sardegna e basato sulla tecnologia a radio frequenza, è risultato compatibile in termini di tecnologia applicata al processo produttivo, non inficiando minimamente sulle performance produttive in vivo degli animali identificati elettronicamente. L'applicazione di diverse tipologie di transponder iniettabile, cioè ricoperto unicamente di una capsula di vetro di tipo bio-compatibile, oppure del bolo ceramico endoruminale contenente a sua volta un

transponder si sono mostrati ben compatibili con il benessere animale. Serie di prove relative all'etogramma post-identificazione in allevamento nelle diverse specie e nelle diverse categorie di età, non hanno manifestato anomalie comportamentali, dolore e/o di isolamento/ridotta socialità.

La valutazione degli effetti dovuti alla presenza del transponder (nelle due forme, iniettabile o mediante bolo ceramico), non hanno fatto registrare inflessioni delle performance produttive in vivo: accrescimenti giornalieri negli animali giovani e/o raggiungimento del peso vivo alla macellazione nei tempi definiti sono risultati del tutto sovrapponibili a quelli di animali identificati mediante dispositivi di identificazione convenzionali. Così pure, per quanto riguarda la valutazione comparativa dei parametri tecnici della produzione del latte, estri e parità sono risultati sovrapponibili a quelli fatti registrare in animali identificati con dispositivi convenzionali.

Nondimeno, bisogna sottolineare il fatto che la possibilità che si verifichino incidenti di applicazione, tematica che è stata affrontata ampiamente nella Sezione 2 di questa tesi, serve anche in questa occasione per richiamare la necessità di un'adeguata formazione per una corretta esecuzione dell'identificazione degli animali mediante un protocollo di procedure codificate. Si è in tal modo in grado di ridurre al minimo il rischio di incidenti di somministrazione nelle normali condizioni di campo e di favorire la diffusione della tecnologia su un largo numero di animali.

- *Caratteristiche tecniche dei dispositivi e delle tecnologie impiegate*

Ai fini della tracciabilità, la necessità di uniformare l'impiego dei dispositivi elettronici per l'identificazione individuale degli animali è una *conditio sine qua non* affinché sia garantito il flusso di informazione tra gli stakeholders della catena del valore. Attualmente si assiste infatti all'utilizzo di molteplici

dispositivi con tecnologia RFID che mostrano differenti tassi di leggibilità del codice elettronico mediante lettori statici e portatili. A prescindere dal loro corretto funzionamento all'interno del corpo dell'animale e al rispetto dei requisiti per la rispondenza ai fini anagrafici, il rilievo del codice può risultare molto variabile a seconda del lettore portatile. A questo si somma l'esigenza dell'automazione del processo anagrafico mediante la c.d. lettura dinamica, cioè in postazione di rilevamento in corridoio di lettura. La lettura dinamica è una vera e propria rivoluzione per quanto riguarda l'efficienza del controllo anagrafico di un intero allevamento in quanto offre una serie di vantaggi: 1) non si necessita del contenimento degli animali per effettuare il rilievo del codice. Infatti gli animali che passano in prossimità dell'antenna consentono direttamente il rilevamento del codice elettronico; 2) la creazione dell'elenco completo degli animali contestualmente al loro passaggio in prossimità dell'antenna e la possibilità di acquisire lo stesso elenco in formato digitale con data e ora del controllo; 3) la celerità con cui si compie la lettura degli animali presenti nell'intero allevamento. È possibile quantificare nell'ordine di minuti, operazioni che in funzione della consistenza dei capi con l'identificazione normale possano richiedere alcune; 4) riduce gli errori di lettura ed interpretazione del codice identificativo di ciascun animale, evitando la loro trascrizione manuale.

La lettura statica offre inoltre la possibilità di migliorare molte prestazioni operative in relazione a controlli anagrafici, genetici, immunitari, terapeutici, sanitari e produttivi. La gestione del dato del singolo animale sia sul campo sia in possibilità di un richiamo dello storico è assai utile agli operatori (allevatori, tecnici, medici veterinari, *etc...*).

Infatti, i dati relativi alle letture statiche possono essere integrati sui file delle letture dinamiche, nelle serie di controlli di campo successivi. È del tutto evidente il netto miglioramento delle performance dei tecnici e il flusso di informazione.

Per quanto riguarda il settore dei piccoli ruminanti, l'identificazione elettronica è regolamentata dalle disposizioni europee del Reg. Ce. 21/2004. In proposito ci sentiamo di dover sottolineare che molta attenzione dovrebbe essere posta nel momento in cui si adottano i dispositivi elettronici, in quanto i tassi di perdita sono molto variabili a seconda delle diverse tipologie di peso dei boli. Al momento risultano, ampiamente e indiscriminatamente, impiegati in Sardegna senza adeguati riscontri di controllo almeno quattro classi di peso di supporti ceramici (72, 70, 50, 20 grammi). Come già descritto precedentemente in questa tesi, il tasso di perdita registrato in alcune occasioni è un fattore di forte debolezza del sistema.

- *Fattibilità e facilità di impiego del sistema lungo l'intera catena produttiva*

Alla luce delle prove sperimentali che ho potuto condurre negli anni presso la Sezione di Produzioni Animali relativamente a identificazione animale e tracciabilità dei prodotti, in funzione dei criteri esplorati di efficacia, affidabilità ed efficienza, l'impiego della tecnologia RFID nelle diverse filiere si è dimostrato migliore dei convenzionali metodi di identificazione degli animali per le finalità fin qui descritte. Ciò non significa che il sistema dell'RFID sia eleggibile ad unica tecnologia utilizzabile in tali ambiti, ma sicuramente a fronte dei risultati delle prove di campo l'impiego della tecnologia è proponibile anche per successive fasi, che separano l'animale in vita dal suo prodotto finito, e che è assai meno perseguibile con altri mezzi di identificazione animale di tipo tradizionale.

Allo stato attuale, il sistema a tecnologia RFID come impiegato in Sardegna ben si presta ad una valutazione in termini di costo/beneficio che ne confermino i vantaggi prospettati nelle prove sperimentali per lo sviluppo del management aziendale, ad un impiego condiviso e vantaggioso per il progresso ed il miglioramento della produttività delle filiere delle diverse produzioni animali.

### ***Valutazione dei costi del sistema di tracciabilità basato sull'impiego della tecnologia RFID***

La valutazione dei costi di produzione per un prodotto che parte già con un valore aggiunto dato dall'innovazione tecnologica per introduzione dell'RFID nella filiera produttiva, determina inevitabilmente un aumento dei costi di produzione finali. Tale aumento dei costi si ripercuote necessariamente a partire dai primi *step* della catena del valore fino al caricamento dell'extra-costi dovuto al sistema della tracciabilità lungo tutta la filiera produttiva. Per definizione, ogni catena produttiva è una catena del valore, e tanto più questa catena è lunga (cioè rappresentata da diversi attori che concorrono alla realizzazione del prodotto finito) tanto maggiore è il valore che questo prodotto assume in ogni sua fase di produzione. Va da sé che i costi di produzione sono una diretta conseguenza delle fasi di lavorazione del prodotto. Si possono identificare quindi i centri di costo che sono suddivisi in costi fissi e costi variabili. In termini generali e senza entrare nel dettaglio della teoria della trattazione economica propriamente detta, i centri di costo prendono in considerazione diverse voci che entrano ciascuna con un proprio peso alla determinazione del valore del prodotto finito. Quindi: materie prime (grezze o semilavorate), macchinari e attrezzature, personale (in termini di tempo di impiego e livello), logistica (spazi, scorte, trasporti) e a queste si aggiunge il sistema di tracciabilità. Nello specifico, se all'interno di una filiera delle produzioni animali, i costi fissi per l'allevatore sono dati dalle materie prime (animali, dispositivi di identificazione, alimenti e farmaci); logistica (spazi e trasporto degli animali da e per l'azienda o per il mattatoio); macchinari (ad es. mungitrici meccaniche; dispenser

automatizzato del mangime; etc. ...) personale (interno all'allevamento o di consulenza esterna come i veterinari, gli agronomi e tecnici), sicuramente a mano a mano che la tecnologia prende piede, anche l'utenza aumenta e diminuiscono i prezzi per l'acquisto dei dispositivi elettronici sulla fornitura nei grandi numeri. Inoltre, si deve considerare l'ammortamento del costo nel tempo in quanto in funzione della maggiore efficienza delle *operations* per i vari operatori che operano su campo utilizzando la tecnologia RFID, l'impiego del personale per unità di tempo/capo è sensibilmente ridotta, consentendo un miglioramento del sistema in termini generali e una maggior accuratezza manageriale. Negli ultimi anni si è già assistito ad una netta riduzione del prezzo dei transponder sia iniettabili che nei boli ceramici e presumibilmente questi importi andranno ulteriormente a decrescere. Al momento della stesura di questa tesi, il costo di un bolo da 50 g. contenente al suo interno un transponder oscilla tra 2,00 e 2,30 euro a seconda della casa produttrice e della consistenza della fornitura.

## ***Analisi SWOT del sistema di identificazione elettronica a tecnologia RFID***

L'analisi SWOT, acronimo dall'inglese (Strengths, Weakness, Opportunities, Threats, ossia letteralmente punti di forza, punti deboli, opportunità offerte, minacce al sistema nella valutazione complessiva del processo produttivo), è stata condotta e adattata al modello produttivo della filiera tecnologica a RFID focalizzando su: 1) Definizione degli obiettivi; 2) Identificazione delle necessità degli utilizzatori del processo; 3) Strategie per il rafforzamento della catena del valore; 4) Definizione e miglioramento dei servizi. L'analisi SWOT consente di identificare in questa maniera i punti deboli e i punti di forza interni (quali ad esempio competenza, tecnologia, gestione interna) e le opportunità assieme alle minacce che con l'adozione di un cambiamento di processo si vengono a determinare (soddisfacimento della normativa, cambiamenti sociali, abilità dei competitors, zoonosi, obsolescenza) per il prodotto finito, ed aiuta a pianificare una strategia competitiva al fine di raggiungere determinati obiettivi prefissati. L'analisi SWOT è basata sul diagramma che segue, dove fattori intrinseci ed estrinseci sono stati analizzati come segue:

Diagramma n. 1: Schema generale dell'analisi SWOT

Analisi SWOT		Fattori intrinseci	
		Punti di forza	Debolezze
F a t t o r i	Opportunità	SVILUPPO O RAFFORZAMENTO MEDIANTE STRATEGIE PER CONSENTIRE MAGGIORI OPPORTUNITÀ	ELIMINARE O MINIMIZZARE LE MINACCE PER ACCONSENTIRE UN MIGLIOR SFRUTTAMENTO DELLE OPPORTUNITÀ
	Minacce	SFRUTTARE I PUNTI DI FORZA PER RIDURRE AL MINIMO LE MINACCE	PIANIFICARE STRATEGIE DI DIFESA AL FINE DI ARGINARE I PEGGIORAMENTI DOVUTI ALLE MINACCE
e s t r i n s e c i			

### 1. Definizione degli obiettivi

Sono stati identificati tre obiettivi principali nell'analisi del processo mediante introduzione della tecnologia RFID: a) Sviluppare un servizio per consentire al consumatore di venire in contatto con il vantaggio delle informazioni veicolate con il prodotto mediante la tecnologia RFID; b) Bilanciare l'equazione del sistema a tecnologia RFID per la tracciabilità con i costi; c) gestire il cambiamento dovuto all'innovazione all'interno di un processo d'allevamento al fine di migliorare la percezione dell'allevatore.

### 2. Identificazione delle necessità dell'allevatore

L'analisi del processo orientata alla considerazione delle necessità dell'allevatore ha consentito di stabilire quali siano i quesiti maggiori che si presentano nella vendita al dettaglio. Il consumatore che acquista un prodotto delle produzioni animali vuole essere rassicurato su tutta una serie di peculiarità del prodotto e del processo produttivo che a quel prodotto ha condotto. In questa direzione, il metodo più rapido ed economico di fornitura delle informazioni al compratore riguarda: a) l'indicazione geografica di origine dell'azienda da cui l'animale proviene; b) descrizione della categoria commerciale; c) autenticità prodotto acquistato.

### 3. Strategie per il rafforzamento del dato anagrafico

Informare il consumatore circa le modalità di allevamento degli animali consentendo una conoscenza maggiore relativamente al prodotto e al processo produttivo.

#### 4. Definizione e miglioramento del servizio anagrafico

La definizione dei servizi è stata concepita considerando il fatto che per mettere l'allevatore nelle condizioni di usufruire delle informazioni relative all'animale tracciato mediante sistema di tracciabilità integrato (RFID+DNA o RFID +Digital Imaging) non dovesse basarsi su apparecchiature aggiuntive e quindi costi aggiuntivi e fornire all'allevatore una risposta il più rapida possibile ai suoi quesiti (entro 2 secondi).

All'analisi SWOT dell'intero processo produttivo che sfrutta le potenzialità della tecnologia RFID, i risultati sono i seguenti, riportati nel diagramma 2:

Analisi SWOT		Fattori intrinseci	
		Punti di forza	Debolezze
F a t t o r i  e s t r i n s e c i	Opportunità	COMUNICAZIONE DELLE CONDIZIONI PRODUTTIVE AL COMMERCIO AL DETTAGLIO: VELOCE, UNO STRUMENTO PORTATILE DISPONIBILE PER GLI ALLEVATORI	NESSUN COSTO ADDIZIONALE PER CONOSCERE LE CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO
	Minacce	DIFFERENZIARE DA ALTRI PRODOTTI MEDIANTE L'OFFERTA DI UN SERVIZIO	NESSUNA INFORMAZIONE GENERICA MA SPECIFICA DI QUEL SINGOLO PRODOTTO (NON PER LOTTO)

## Bibliografia

1. **Ammendrup S. & Füssel A.E.**, (2001). Legislative requirements for the identification and traceability of farm animals within the European Union. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (2), 437-444
2. **Antonini C., Acuti G., Tralbalza-Marinucci M., Franceschini R., Boiti C., Brecchia G., Olivieri O., Casagrande-Proietti P., Avellini P. E Asdrubali G.** (2004). Il bolo endoruminale per l'identificazione elettronica dei bovini: effetto sulla funzionalità prestomacale. *Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie*, CD ROM Vol. LVIII, 268.
3. **Artman R.**, (1976) Cow identification. A condition for individual feeding in loose house systems. In: *Perspectiven voor de toepassing van elektronische koehernnings-systemen. Verslag van een symposium gehouden, 8-9 April, Wageningen, The Netherlands. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. IMAG IV, 1976, Publikatie n° 63, D1-7.*
4. **Artmann R.** (1994). Technical status and development possibilities of the standardized transponder. *Proceedings of a conference held in Fulda, Germany, 15-16 March 1994 KTBL-Arbeitspapier*, 205, 17-35.
5. **Associazione Nazionale Allevatori Suini**, (2005). Valorizzazione del suino pesante – i dati del 2005 elaborati dal CRPA, in collaborazione con ASSER.
6. **Associazione Provinciale Allevatori Nuoro**, (1995). Guida saccai '95, ovini di razza Sarda iscritti al libro genealogico della provincia di Nuoro.
7. **Associazione Regionale Allevatori della Sardegna**, (2004). Relazione annuale.
8. **Babot D., Connill C., Gosálvez L., Hernández M., Caja G.**, (2002). Gestión integral de la producción porcina: trazabilidad. *Mundo Ganadero*, 147: 12 – 14.
9. **Balasini D.**, (1998). Zoognostica per la conoscenza, la valutazione e la scelta degli animali. *Edagricole*; 323-340.
10. **Barone R.**, (1981). Anatomia comparata dei mammiferi domestici, Vol 3° splancnologia, apparecchio digerente e respiratorio. *Edagricole*.
11. **Bauréus Koch C.L.M., Sommarin M., Persson B.R.R., Salford L.G., Eberhardt L. J.** (2003). Interaction between weak low frequency magnetic fields and cell membranes. *Bioelectromagnetics*, 24, 395-402.
12. **Blancou J.**, (2001). A history of the traceability of animals and animal products. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (2), 420-425.

13. **Butler J.A., Colles C.M., Dyson S.J., Kold S.E., Poulos P.W.** (2009) *Clinical Radiology of the Horse*, Third edition. Wiley- Blackwell.
14. **Caja G., Fonseca Pd & Luini M.**,(1994). *Electronic identification of farm animals using implantable transponders Final Report*, FEOGA Project. European Commission, FEOGA (VI-G4), Brussels, 547 pp.
15. **Caja G., Ribó O., Nehring R., Conill C.**, (1996). *Coupling active and passive telemetric data collection for monitoring, control and management of animal production at farm and sectorial level*. Contract AIR 3 PL 932304. Partner P10 (UAB, Spain), Annual report, 1995-96.
16. **Caja G., Ribó O., Nehring R., Conill C., Priò P.**, (1996). *Electronic identification in sheep, goat and cattle using rurninal bolus*. Proceedings of the 30th biennial session of ICAR. 24-27 June, Eindhoven, The Netherlands.
17. **Caja G., Ribó O., Nehring R.**, (1998). *Evaluation of migratory distance of transponders implanted in different sites of the body of adult sheep for electronic identification*. *Liv. Prod Sci*, 55,279-289.
18. **Caja G., Ribó, O., Nehring R., Conill C., Peris S., Solanes D., Montardit Jl., Milan M.J., Farriol B., Vilaseca Jf., Alvarez Jm., Djez A., Aguilar O.**, (1998). *Coupling active and passive telemetric data collection for monitoring, control and management of animal production at farm and sectorial level Final Report Contract AIR3 PL 93 2304, Partner P10*. Universitat Autònoma de Barcelona, Spain, 135pp.
19. **Caja G., Conill C., Nehering R., Ribó O.**, (1999). *Development of a ceramics bolus for the permanent electronic identification of sheep, goat and cattle*. *Comput. Elect. Agric.* 24 pp 45-63.
20. **Caja G., Conill C.**, (2000). *Progress on EU research projects on electronic identification and traceability of animals and meat*. In *Symposium on latest developments in livestock identification and traceability*, 16 February, Milton Keynes. Meat and Livestock Commission, Milton Keynes, 14
21. **Caja G., Hernández-Jover M., Garin D., Conill C., Alabern X., Farriol B., Ghirardi J.**, (2002). *The use of ear tags & injectable transponders for the electronic identification & traceability of pigs*. *J. Anim. Sci* 80, Suppl. 1, Abstract 721, 180
22. **Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J., Garin D., Mocket J – H.**, (2002). *Aplicacion de la identificacion electronica a la trazabilidad del ganado y de la carne. Seguridad alimentaria de la carne y lo los productos carnicos*. Fundisa, Madrid pp. 147 – 167.

23. **Caja G., Hernández-Jover M.,** (2002). Identificación electrónica del ganado porcino. *Ganadería*. 17: 58 – 63.
24. **Caja G.** (2003). Improving traceability of livestock and meat on practical Eu conditions. EC R&D PROJECT “EID + DNA TRACING” QLK1 – CT 2001 – 02229 (2001-04). 1<sup>st</sup> Dissemination meeting Ispra (Va) 17 – 18 giugno.
25. **Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J.J., Alabern X., Farriol B.** (2003) Comparison of eartag and injectable transponders for the identification and traceability of pigs from birth to slaughter. 54<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP, Rome (Italy).
26. **Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J.J.,** (2003). Presente y futuro de la identificación electrónica porcina. *MG Mundo ganadero Año 14 N°*. 154 pags. 32 – 35.
27. **Caja G., Ghirardi J.J., Hernández-Jover M., Garín D.,** (2004). Diversity of animal identification techniques: from .fire age. to .electronic age, 21-39. In: *Development of Animal Identification and Recording Systems for Developing Countries*. ICAR Technical Series no. 9. Editors: R. Pauw, S. Mack & J. Maki-Hokkonen.
28. **Caja G., Hernández-Jover M., Ghirardi J.J.,** (2004). Trazabilidad de la especie porcina mediante el uso de la identificación electrónica y los Marcadores Moleculares . *Feagas* , N° 26 pags. 162 – 168.
29. **Caja G., Garin D., Casellas Vidal J.,Ghirardi J. J.,** (2005) Características que determinan la retención de bolos ruminales utilizados en la identificación electrónica de ovino. *Feagas* , N° 27 pags.29 – 31.
30. **Caporale V., Giovannini A., Di Francesco C., Calistri P.,** (2001). Importance of the traceability of animals and animal products in epidemiology. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (2), 372-378.
31. **Chiesa F., Luzi F., Crimella C.** (2005) L'identificazione elettronica al vaglio della scienza. *Informatore Zootecnico*, 4:42-47.
32. **Collewet C., Rault G.,** (1989). Equipement dans les élevages intensifs. les matériels d'identification des animaux. Centre National du mécanisme Agricole du Génie Rural des Eaux et des Forest (CEMAGREF), BTMEA N 43, octobre, 1989. pp. 26-32.
33. **Conill C., Caja G., Nehering R., and Ribó O.,** (1996). Effects of implantation site and transponder size in electronic identification in beef cattle. In : *Performance Recording*

- of Animals. EAAP Publ. No. 87. pp 341- 344. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.
34. **Conill C., Caja G., Nehering R., Ribó O.,** (1998). Evaluation of main factors affecting the efficiency of passive injectable transponders as a method of electronic identification in cattle. *Journal of Animal Science* 76 (suppl. 1): 271 (Abstr.)
  35. **Conill C., Caja G., Nehering R., Ribó O.,** (2000). Effects of injection position and transponder size on the performance of passive injectable transponders used for the electronic identification of cattle. *Journal of Animal Science*, 2000, 78:3001-3009.
  36. **Corriere della Sera,** (2004). I tipici maialini sardi? Arrivano dall'Olanda 3 agosto pg. 18.
  37. **Diez A., Ribó O., Nehring R., Caja G.,** (1994). Description of a computer program (Manga v. 5.3) for collecting electronic identification data in livestock farms. In: *Electronic identification of farm animals using implantable transponders*. UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, Vol. I, December, 1994.
  38. **Direttiva 91/630/CEE** del Consiglio [G.U. L 340 dell'11.12.1991].
  39. **Direttiva 92/102/CEE** del Consiglio.[G.U. L 355 del 05/12/1992 ].
  40. **Direttiva 2001/88/CEE** del Consiglio [G.U. L 316 dell'01.12.2001].
  41. **Direttiva 2001/93/CEE** della Commissione [G.U. L 316 dell'01.12.2001].
  42. **Disney W.T., Green J.W., Forsythe K.W., Wiemers J.F. & Weber S.** (2001). Benefit-cost analysis of animal identification for disease prevention and control. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (2), 385-405
  43. **EID+DNA Project,** (2005). *Electronic Identification and Molecular Markers for Improving the Traceability of Livestock and Meat*. FAIR 5th: QLK1-CT-2001-02229. Home page <http://quiro.uab.es/tracing>.
  44. **Fallon R.J., Rogers P.A.M.,** (1991). Use and recovery of implantable electronic transponders in beef cattle. In: *Automatic electronic identification systems for farm animals*. Lambooj, E. 1991. Report. CEE. Serie: Agriculture. Nb. EUR 13198. Bruxelles. pp. 61-67.
  45. **Fallon R. J., Rogers P. A. M.,**(1996). Transponders for animal identification. *Farm & Food*, 6, 1, 7-9.
  46. **Fallon R. J., Rogers P. A. M.,** (2001). Evaluation of rumen boluses as a method of electronic animal identification. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 40, (2),161-168.

47. **Ferri N., Di Francesco C., Monaco F., Egizi F., (2001).** Identificazione elettronica negli ovini: sperimentazione di un prototipo di supporto ceramico elettronico a localizzazione endoruminale. *Large Animals Review*, Anno 7, n 2, 37 - 40.
48. **Fonseca P.D., Roquete C.R., Castro J.L., Condeço, A.G., Fernandes J.V., (1994).** Evaluation of migration, losses and breakages on electronic identification transponders implanted in four different sites of adult goats. In: *Electronic identification of farm animals using implantable transponders*. UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, V 01. n, December, 1994.
49. **Frappat B., (1993).** L'identification electronique des animaux. *GDS-Info 113*. Jui1-Sept. 1993. pp. 25-27.
50. **Gazzetta Ufficiale Della Repubblica Italiana N. 142 Del 24.06.1954 Suppl.Ord.** decreto del presidente della repubblica 8 febbraio 1954, n. 320. Regolamento di polizia veterinaria.
51. **Gazzetta Ufficiale Della Repubblica Italiana N. 138 Del 14.06.1996.** decreto del presidente della repubblica 30 aprile 1996, n. 317 regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 92/102/cee relativa all'identificazione e alla registrazione degli animali.
52. **Gazzetta Ufficiale Della Repubblica Italiana N. 208 Del 24.7.1992.** Regolamento CEE N. 2081/92 del Consiglio del 14 luglio 1992.
53. **Gazzetta Ufficiale Della Repubblica Italiana N. 73 Del 23 .03. 2001.**
54. **Gazzetta Ufficiale Delle Comunità Europee N. L 224 Del 18/08/1990 Pag. 0029 – 0041.** Direttiva 90/425/CE del Consiglio, del 26 giugno 1990, relativa ai controlli veterinari e zootecnici applicabili negli scambi intracomunitari di taluni animali vivi e prodotti di origine animale, nella prospettiva della realizzazione del mercato interno.
55. **Gazzetta Ufficiale Delle Comunità Europee N. L 355 Del 05/12/1992 Pag. 0032 - 0036.** Direttiva 92/102/CEE del Consiglio, del 27 novembre 1992, relativa all'identificazione e alla registrazione degli animali.
56. **Gazzetta Ufficiale Delle Comunità Europee N. L 163 Del 06/06/1998 Pag. 0019 – 0019.** Regolamento (CE) n. 1177/98 della Commissione del 5 giugno 1998 recante modifica del regolamento (CE) n. 2629/97 per quanto riguarda il codice di identificazione degli animali usato dall'Italia.
57. **Gazzetta Ufficiale Delle Comunità Europee N. L 5/8 del 09/01/2004.** Regolamento CE 21/2004.

58. **Geisel O., Klindtworth M., Wendl G., Schon H., Hermanns W.** (1998). Transponders for identifying cattle. Histological findings at 10 and 12 months after subcutaneous implantation. *Tierärztliche Umschau*, 53, 4, 192-200.
59. **Gelmetti D., Luini M., Andreoni D., Vezzoli, F., Camisasca, S.,** (1994). A histopathological study of animals after implant of electronic transponders for cattle identification. In: *Electronic identification of farm animals using implantable transponders*. UE DG VI FEOGA, Research Project, Final Report, V01. n, December, 1994.
60. **Ghirardi J., Caja G., Garin D., Hernández-Jover M.** (2003). Electronic boluses features and retention law in the reticulorumen of cattle. *EAAP-54th Annual Meeting*, Rome 2003.
61. **Gigli S., De Franciscis G., Girolami A., Pagano Toscano G., Ubertalle A.,** (1991). Metodologie relative alla macellazione degli animali d'interesse zootecnico e alla valutazione e dissezione della loro carcassa. A.S.P.A.. Ismea, Roma.
62. **Gruys E.,** (1991). Veterinary aspects of transponder injections. *Symposium: Electronic Animal Identification in Agriculture*. Kurhaus, Scheveningen, pp. 25-26.
63. **Gruys E., Schakenraad J.M., Kruit K.L., Bolscher, J.M.,** (1993). Biocompatibility of glass encapsulated electronic chips (transponders) used for identification in pigs. *Veterinary Record*, 16, pp. 385-388.
64. **Hanton J P.,** (1976). Rumen implantable method of electronic identification of livestock. In: *Perspectieven Voor de toepassing van elektronische koehernnings-systemen*. Verslag van een symposium gehouden, 8-9 april, Wageningen, the Netherlands. Institut voor Mechanisatie, Arbeid en Geobuwen. *IMAG IV*, 1976, Publikatie n°63, I1-I10.
65. **Hernandez-Jover M., Caja G., Ghirardi J.J.** (2003). Presente y futuro de la identificacion electronica en la especie porcina. *Mundo Ganadero* N° 154: 32 – 35.
66. **Hernandez-Jover M., Babot D., Caja G., Santamarina C., Ghirardi J.J.** (2005). Uso comparativo de diferentes sistemas de identificacion electronica en porcino. *ANAPORC*. N° 16 Vol.2: 24 – 28.
67. **Hernandez-Jover M., Caja G., Albern X., Garin D., Farriol B.,** (2005). Efectos del tamaño y del lugar de inyección en la capacidad de lectura y migración de transpondedores para identificación electrónica en cerdos ibéricos. *ITEA Prod. Animal*, 26 ( volumen extra) : 303 – 305.

68. **Hogewerf P. H., Ipema A. H., Smits A. C.**, (2003). Identification and registration with electronic identification in The Netherlands. EAAP-54th Annual Meeting, Rome 2003.
69. **Holm D. M.** (1981). Development of a national electronic identification system for livestock. *Journal of Animal Science*, Vol. 53, No. 2. pp 524-530.
70. **Holm D. M., Bobbet R. E., Koelle A. R., Landt J. A., Sanders W. M., Depp S.W., Seawright G. L.**, (1976). Passive electronic identification and temperature monitoring. *Symp. on Cow Identification and Their Applications*, Wageningen (Netherlands).
71. **IDEA PROJECT** Final report <http://idea.jrc.it>
72. **International Standardisation Organisation (ISO)**, (1993). Agreement on electronic animal identification . ISO working group chooses proposal NEDAP/Texas Instruments. Secretariat of ISO/TC23/SC19/WG3. Identification . Press Release. January 18.
73. **International Standardisation Organisation (ISO)**, (1994). Draft International Standard (DIS), ISO/DIS 11784. Agricultural equipment. Radiofrequency identification of animals. Code structure.
74. **International Standardisation Organisation (ISO)**, (1995). Draft International Standard (DIS), ISO/DIS 11785. Agricultural equipment. Radiofrequency identification of animals. Technical concept.
75. **International Standardisation Organisation (ISO)**, (1996). **International standard for electronic identification of all animals. January, 22, 1996.**
76. **International Committee For Animal Recording (Icare) (1995). The approval of RFID systems (ICARE Discussion Draft).**
77. **Jansen M. B., Eradus W.**, (1999). Future developments on devices for animal radiofrequency identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 24, 109-117.
78. **Jouveau B., Potaufoux V.**, (1993). Identification électronique: Experimentation ovine. *GDSInfo* 113. Juil-Sept. 1993. pp. 17-23.
79. **Jpetersen B.**, (1991). Necessities and initiatives for technical harmonisation of animal identification systems within the E.C.. In: *Automatic electronic identification systems for farm animals*. Lambooj, E. 1991. Report. CEE. Serie: Agriculture. Nb. EUR 13198. Bruxelles. p. 117-121.

80. **Kam J.F., Clanton D.C.**, (1974). Electronically controlled individual cattle feeding. *J. Anim. Sci. (Abstract)* 39:136.
81. **Kern C., Schon H.** (1995). Injectable transponders. *Landtechnik*, 50, 1, 4, 40-41.
82. **Kimberling C.V.**, (1993). Identification of sheep and its associated cost. In: Proceedings of the 1993 symposium on the health and disease of small ruminants. June 12-13, 1993. AASRP. Jackson Hole, Wyoming, pp. 48-51.
83. **Kimberling C. V., Cunningham W., Thompson T.**, (1993). Electronic identification of sheep : An anatomical location trial. In: Proceedings of the 1993 symposium on the health and disease of small ruminants. June 12-13, 1993. AASRP. Jackson Hole, Wyoming, pp. 52-55.
84. **Klindtworth M., Wendl G., Klindtworth K., Reimann W.** (2001). Safe identification of cattle - first results of using different transponder variants in the IDEA-project. *Landtechnik*, 56, 2, 104-105.
85. **Koelle A. R., Landt J.A., Bobbett R.E., Salazar P.H.**,(1979). Technical aspects of electronics identification and temperature monitoring system, October 1, 1977-September 30, 1978. Los Alamos Scientific Lab. Rep. LA-7641-PR, Los Alamos, NM.
86. **Korn C., Gandrey F.**, (1998). List of certificates of laboratory acceptance for the IDEA project. Version 1 of 26/02/1998. Safeguards and Verification Techniques Unit. Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No. 1.98.22,112 pp.
87. **Korn C.**, (2000). List of certificates of laboratory acceptance for the IDEA project. Version 2.0 of 15/03/00. Safeguards and Verification Techniques Unit, Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No. 1.0045, March, 207 pp.
88. **Korn C.**, (2001). List of certificates of laboratory acceptance for the IDEA project. Version 30 of 09/01/01. Safeguards and Verification Techniques Unit, Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No 1.0105, January, 215 pp
89. **Kruit L.**,(1991). Biocompatibility is important in animal ID injections. *Tiris News*, Issue N°5.
90. **Kuip Nedap A.**, (1987). Animal identification. Proceedings of the third symposium “Automation in dairyring”, Wageningen (Netherlands).
91. **Lamboij E.**, (1991). Automatic electronic identification systems for farm animals. Report CEE, Serie: Agriculture, Nb, EUR13198, Bruxelles p 139.

92. **Lamboij E.**, (1991). Injectable electronic identification systems; some veterinary aspects. In : Automatic electronic identification systems for farm animals. Report CEE, Serie: Agriculture, Nb, EUR13198, Bruxelles pp 21-27.
93. **Luini M., Andreoni D., Vezzoli F., Belloli A., Brugola L., Camisasca S., Casartelli A.**, (1994). L'identificazione elettronica dei bovini: Valutazione di diversi siti d'impianto per transponders. *Selezione Veterinaria* 35 (8) 753-760.
94. **Luini M., Vezzoli F., Andreoni D., Rocco M., Brugola L. And Belloli A.** (1995). L'identificazione elettronica dei bovini mediante impianto di transponders: prova di campo. *Atti della Società Italiana di Buiatria*, Vol. XXXVII pp 491-497, Alba Italia. Manage.. 42393-396.
95. **Mcgrann J. & Wiseman H.**, (2001). Animal traceability across national frontiers in the European Union. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (2), 406-412.
96. **Mckean J. D.**, (2001). The importance of traceability for public health and consumer protection. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 20 (2), 363-371.
97. **Meloni U., Ribò O, Poucet A., Luini A., Flamm K. & Cengia L.**, (1998) Data dictionary for the IDEA project data base (v. 1.1). Safeguards and Verification Techniques Unit, Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No 1.98256, Dec., 36 pp
98. **Meloni U., Ribó O., Loopuyt P., Soncini S. & Flamm K.**, (1998). Data model for the IDEA project data base (v. 24) Safeguards and Verification Techniques Unit, Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No. 1.98.59, April, 122 pp. *Rev sci tech Off int Epiz*" 20 (2)
99. **Meloni U., Ribò O., Poucet A., Flamm K., Cengia L & Luini A** (1998). IDEA project - message types description - EDIFACT Messages (v. 1.0) Safeguards and Verification Techniques Unit, Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No 1.98255, December, 84 pp.
100. **Morgan Joe P.** (1996) Radiologia del cavallo. Edizioni veterinarie
101. **Nehring R., Caja G., Ribó, O.**, (1994). Shapes and size of the activation fields of stationary read-out units when using implantable transponders for animal identification. In: Electronic identification of farm animals using implantable transponders. UE DG VIFEOGA, Research Project, Final Report, Vol. I
102. **Nehring R., Caja G., Ribó, O., Ruberte J., Carretero A. A., Navarro, M.**, (1994). A preliminary study on tissue reaction to implantation of glass encapsulated transponders in sheep. In: Electronic identification of farm animals using implantable transponders.

- UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, Vol. I, December. 1994.
103. **Nehring R., Caja,G., Ribó, O., Ruberte J., Carretero A.A., Navarro M.,** (1994). Subcutaneous tissue reaction to implantation of glass encapsulated transponders in sheep. In: Electronic identification of farm animals using implantable transponders. UE DG VIFEOGA, Research Project, Final Report, Vol. I.
  104. **Nehring R., Ribó O., Caja G.,** (1994). Study on electronic implantable transponders retrieval in sheep carcasses at the abbatoir. In: Electronic identification of farm animals using implantable transponders. UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, Vol. I, December, 1994.
  105. **Nielsen, A.** (1993). Report of the working group on animal identification. In: Proceedings of the 28th biennial session of the International Committee for Animal Recording (ICAR). Neustift im Stubaital. Austria. Ed. Pudoc Wageningen. EEAP Publication, n°61. pp.151-154.
  106. **Nieuwenhuijsen, H.Th.,** (1991). International control and fraud tracing. In: Automatic electronic identification systems for farm animals. Lambooj, E. 1991. Report. CEE. Serie: Agriculture. Nb. EUR 13198. Bruxelles. p. 87-89.
  107. **O'brien Timothy R.** (2009). Radiologia nella pratica equina. Antonio Delfino editore
  108. **O.I.E.** (2001) Traceability of animals and animal products. Revue scientifique et technique de l'organisation mondiale de la santé animale, 20 (2).
  109. **Pelagalli G. V., Botte V.,** (1993). Anatomia Topografica Veterinaria seconda edizione. Edi – Ermes
  110. **Peters E.,** (1991). Slaughterhouse identification and recovery. In: Automatic electronic identification systems for farm animals. Lambooj, E. 1991. Report. CEE. Serie: Agriculture. Nb. EUR 13198. Bruxelles. p. 77-80.
  111. **Petersen B.,** (1991). Necessities and initiatives for technical harmonisation of animal identification systems within the E.C.. In: Automatic electronic identification systems for farm animals. Lambooj E., 1991. Report CEE, Serie: Agriculture, Nb, EUR13198, Bruxelles pp 117-121.
  112. **Pinna W., Moniello G., Solinas I. L., Sedda P., Bitti P. L.,** (2002). “Progetto pilota di identificazione elettronica dei ruminanti in Sardegna”. Giornate di studio sulle prospettive di applicazione in larga scala dell’identificazione elettronica dei ruminati. Nuoro (Italy) 10 – 12 Maggio.

113. **Pinna W., Moniello G., Solinas I. L., Sedda P., Bitti P. L.,** (2002). “Electronic identification of goats bred in extensive system in Sardinia (Italy). Proceedings of 10th Fe. Me. S. P. Rum., Tunisi, 21-24 Ottobre.
114. **Pinna W., Sedda P., Moniello G., Bitti P. L., Solinas I.L.,** (2003). “Identificazione elettronica dei bovini in allevamento estensivo”. Atti XXXV Congresso Nazionale Società di Buiatria, Altavilla Vicentina (VI) 16-18 maggio.
115. **Pinna W., Sedda P., Moniello G., Nieddu G., Solinas I.L.,** (2003). “Electronic identification in Transition Goats”. Atti XI Congresso Fe. Me. S. P. Rum., Olbia (Italy) 23 – 25 maggio.
116. **Pinna W., Sedda P., Delogu G. , Moniello G., Korn C., Solinas I.L.,** (2004) “Identificazione elettronica nell’allevamento delle bovine da latte”. Atti XXXVI Congresso della Società Italiana di Buiatria , Salsomaggiore Terme 6 maggio.
117. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Moniello G., Sfuncia A., Solinas I.L.,** (2004). Intraperitoneal electronic identification (EID) as a tool to improve swine meat traceability. Atti XXXIX Simposio Internazionale di Zootecnica ”MEAT & RESEARCH SCIENCE”, Roma (Italy) 10 giugno.
118. **Pinna W, Sedda P., Moniello G., Ferri N., Marchi E., Solinas I.L.** (2004). Intraperitoneal electronic identification of piglets labelled Suino Tipico Sardo 54<sup>o</sup> Annual Meeting of the EAAP, Bled (Slovenia) 5 – 9 September.
119. **Pinna W., Sedda P., Moniello G., Ferri N., Marchi E., Solinas I.L.,** (2004) Intraperitoneal electronic identification of piglets labelled suino tipico Sardo. 54<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP, Bled (Slovenia) 5 – 9 september.
120. **Pinna W., Sedda P., Marongiu M.L., Moniello G., Nizza A., Dimeo C.,** (2004). Intraperitoneal electronic identification of rabbits. Atti 8<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Mexico september.
121. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Moniello G., Sionis G.F., Solinas I.L.,** (2004). Identificazione Elettronica Nell’allevamento Ovino da Latte. Atti XIV Congresso Nazionale SIPAOC, Siena (Si) 28 Sett – 2 Ottobre.
122. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Moniello G., Sionis G.F., Solinas I.L.,** (2004) Identificazione elettronica endoperitoneale nell’agnello da latte. Atti XIV Congresso Nazionale SIPAOC, Siena (Si) 28 sett – 2 ottobre.
123. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Moniello G.,** (2005). Implementazione su formato elettronico del registro di stalla in un allevamento bovino da latte. Atti XXXVII Congresso della Società Italiana di Buiatria , Teramo 6 maggio.

124. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Moniello G., Cappai M.G., Solinas I.L.,**(2005). Effect of intraperitoneal electronic identification on productive performance of Sardinian suckling piglets. 56° Annual Meeting of the EAAP Uppsala, Sweden 5 – 8 june.
125. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Cappai M.G., Bitti M.P.L., Solinas I.L.,** (2005). Identificazione elettronica intraperitoneale nel capretto da latte. Atti XIII congresso Fe. Me. S. P. Rum., Bari (Italy) 1 – 3 settembre.
126. **Pinna W., Sedda P., Delogu G., Moniello G., Cappai M.G., Solinas I.L.,** (2005). Effect of intraperitoneal electronic identification on productive performance of sardinian suckling lambs. 16th National congress of the ASPA, Torino (Italy) 28-30 giugno.
127. **Pinna W., Nieddu G., Sedda P., Cappai M.G., Moniello G.; Petruzzi V.,** (2005). Electronic identification of Sardinian partridge (*Alectoris barbara*) . Symposium on Wild Fauna WAVES, Tatranskà Lomnica (SK) september 4-9.
128. **Pinna W., Cappai M.G., Sedda P., Sfuncia A., Garau G., Scintu M.F.,** (2006) Intraperitoneal electronic identification and produttive performance in suckling lambs labelled g.p.o. “Agnello di Sardegna” Atti 14° congresso internacional Fe.Me.S.P.Rum., Lugo – Santiago de Compostela (España) 12 – 15 de julio.
129. **Pinna W., Delogu G., Cappai M.G., Sedda P., Sfuncia A., Garau G., Cabras P.,** (2006) Deployment of the electronic identification (EID) to the california mastitis test (CMT) in goats. Atti 14° congresso internacional Fe.Me.S.P.Rum., Lugo – Santiago de Compostela (España) 12 – 15 de julio
130. **Pinna W., Cappai M. G. , Sedda P., Fraghì A., Miari S., Solinas I.L.,**( 2006). Traceability of swine meat: an experience by EID + DNA in “Suino Tipico Sardo” 57° Annual Meeting of the EAAP Antalya Turkey 17 – 20 september.
131. **Pinna W., Cappai M. G. , Sedda P. , Garau G. , Sfuncia A. , Bitti M.,**(2006) Anagrafe ovina: identificaizone elettronica (eid) vs tatuaggio auricolare in agnelli di razza sarda. XVII congresso S.I.P.A.O.C. Lamezia Terme 25/28 ottobre.
132. **Pinna W., Delogu G., Cappai M. G., Sedda P., Garau G., Sfuncia A.,** (2006). Implementazione su formato elettronico del modello 4 per agnelli da destinati al mattatoio. . XVII congresso S.I.P.A.O.C. Lamezia Terme 25/28 ottobre.
133. **Pinna W., Sedda P., Moniello G., Ribó O.,**(2006). Electronic identification of Sarda goats under estensive conditions in the island of Sardinia. Small Ruminant Research vol. 66 pg. 286 – 290.
134. **W. Pinna, M.G.Cappai, G.Garau, A. Sfuncia, M. Picciau, M.P. L. Bitti.,** (2007)

- First results about a Help Desk Service on electronic identification in sheep. 58TH Annual Meeting of the EAAP 26th -29th of August Dublin, Ireland.
135. **W. Pinna, M.G.Cappai, G. Garau, Nieddu G.. (2007)**  
 Valutazione di un sistema di tracciabilità basato sull'RFID per un prodotto I.G.P. della filiera della carne: rilievi *in vivo* e *post mortem* in "Agnello di Sardegna". XII Convegno internazionale e interdisciplinare IPSAPA/IPSALEM: Volontà, libertà e necessità nella creazione del mosaico paesistico culturale. Udine 25-28 ottobre.
136. **W. Pinna, M.G.Cappai, G. Garau, A. Fraghi, S. Miari. (2007)**  
 Electronic intraperitoneal identification and DNA analysis *in vivo* and post slaughter in swine. 58TH Annual Meeting of the EAAP 26th -29th of August Dublin, Ireland.
137. **W. Pinna, M. G. Cappai, G. Garau, A. Sfuncia, G. Nieddu, M. P. L. Bitti.. (2007)**  
 Electronic identification (EID) vs ear tattoo (ET) during controls on milk production of Sarda sheep. FIL/IDF 5th International Symposium on the Challenge to Sheep and Goat milk sectors 18th-20th of April, Alghero/Sardinia, Italy.
138. **Pirkelmann H., Stanzei H., (1976).** Identification systems for group feeding. In: *Perspectieven voor de toepassing van elektronische koehernnings-systemen. Verslag van een symposium gehouden, 8-9 april, Wageninge~ The Netherlands. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. IMAG IV, 1976, Publikatle n° 63, C 1- 7.*
139. **Ploegaert P., (1976).** Some technical aspects of cow identification and feeding systems. In: *Perspectieven voor de toepassing van elektronische koehernnings-systemen. Verslag van een symposium gehouden, 8-9 april, Wageningen, The Netherlands. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. IMAG IV, 1976, Publikatle n° 63, FI-8.*
140. **Pollit, R. D'a., (1991).** Automatic identification, why? .In: *Automatic electronic identification systems for farm animals. Lambooj, E. 1991. Report. CEE. Serie: Agriculture. Nb. EUR 13198. Bruxelles. pp. 13-18.*
141. **Queiroga M.C., Fonseca P.D., Roquete C.R., Castro J.L., Condeyo, A.G., Lage M., (1994).** Subcutaneous tissue reaction to the implanted electronic identification transponders in goats. In: *Electronic identification of farm animals using implantable transponders. UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, Vol. II, December, 1994.*
142. **Ribò I Arboledas J.O. (1996).** Identificación electrónica en ganado ovino i caprino: factores que afectan a la implantación de transponders y eficacia de lectura en

- condiciones de campo. Tesis doctoral Facultat de Veterinaria, Universitat Autònoma de Barcelona.
143. **Ribó O., Cropper M., Korn C., Poucet A., Meloni U., Cuypers M. & De Winne P.** (2000). Preliminary results on electronic identification in sheep and goat in the IDEA project (*Identification électronique des animaux*). Book of abstracts of 51st Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), 21-24 August, The Hague Book of abstracts No.6. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, 318 pp.
  144. **Ribó O., Azzalin G., Korn C.,** (1995). Performance comparison test on passive transponders used for animal tagging. Technical note no: 1.95.160. ISEI. Unit safeguards. Joint Research Centre. Ispra site. Commission of the European Communities. November, 1995.
  145. **Ribó O., Azzalin G., Korn C.,** (1995). Thermal and mechanical tests on passive transponders used for animal tagging. Technical note no: 1.95.161. ISEI. Unit safeguards. Joint Research Centre. Ispra site. Commission of the European Communities. November, 1995.
  146. **Ribó O., Caja G., Nehring R.,** (1994). A note on electronic identification using transponders placed in permanent ruminal bolus in sheep and goats. In: Electronic identification of farm animals using implantable transponders. UE DG VI-FEOGA, Research Project, Final Report, Vol. 1, December, 1994.
  147. **Ribó O., Cropper M., Korn C., Poucet A., Meloni U., Cuypers M. & De Winne P.** (1999). IDEA project (*Identification électronique des animaux*) evaluation of the feasibility of a community-wide electronic animal identification system. Book of abstracts of 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP), 22-26 August, Zurich. Book of abstracts No 5. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, 131 pp
  148. **Ribó O., Poucet A., Meloni U., Korn C. & Cuypers M.** (1999). IDEA project - guide procedures (v. 5.3). Safeguards and Verification Techniques Unit, Institute for Systems Informatics and Safety, Joint Research Centre, Ispra, Technical note No. 1.99.159, September, 78 pp.
  149. **Ribó O., Cropper M., Korn C., Poucet A., Meloni U., Cuypers M. & De Winne P.** (2000). Animal tagging and traceability activities in the framework of the fight against fraud *In* Symposium on latest developments in livestock identification and traceability, 16 February, Milton Keynes. Meat and Livestock Commission, Milton Keynes, 6.

150. **Ribó O., Korn C., Meloni U., Cropper M., De Winne P. & Cuypers M.,** (2001). IDEA: a large-scale project on electronic identification of livestock. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 20 (2), 426-436.
151. **Ribó O., Cuypers M., Korn C. And Meloni U.,** (2002). Large Scale Project on Livestock Electronic Identification, IDEA Project, Final Report.
152. **Rossing W.,** (1976). Cow identification for individual feeding in or outside the milking parlour. In: *Perspectiven voor de toepassing van elektronische koehernnings-systemen. Verslag van een symposium gehouden, 8-9 april, Wageningen, the Nederlands. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. IMAG IV, Publikatie n° 63, E 1-9.*
153. **San Miguel O., Caja G., Nhering R., Miranda F., Merino J.A., Al mansa V., Lueso M.J.,** (2004). IDEA: identificación electrónica en España. *Mundo Ganadero*, 171:54 – 56.
154. **Sanchez Belda,** (1981). *Identificación Animal. Ministerio de Agricultura. Publicaciones de extensión agraria. Manuales técnicos, serie B, n°11.*
155. **Santamarina C., Hernandez-Jover M., Babot D., Caja G.,** (2005). Comparación de crotales y transpondedores inyectable electrónicos full y half-duplex para evaluar la trazabilidad en porcino. *ITEA Prod. Animal*, 26 (volumen extra) : 318 – 320.
156. **Sedda P.,** (2002). Progetto pilota di identificazione elettronica dei ruminanti in Sardegna. Tesi di laurea Università degli Studi di Sassari Facoltà di Medicina Veterinaria.
157. **Sedda P.,** (2005). Aspetti applicativi elettronica degli animali in produzione zootecnica. Tesi di Dottorato di ricerca, Università degli Studi di Sassari Facoltà di Medicina Veterinaria.
158. **Sigrimis N.A. et Scott N.R.** (1983). A passive electronic identification system for livestock. Processing of the national conference on agricultural electronics applications. Chicago (Illinois)
159. **Sigrimis N.A., Scott N.R., Czarniecki C.S.,** (1985). A passive transponder identification system for livestock. Processing of the National Conference of Agricultural Electronic Applications. Chicago. pp. 9-12.
160. **Stanford K., Stitt J., Kellar J.A., Mcallister T.A.,** (2001). Traceability in cattle and small ruminants in Canada. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, , 20 (2), 510-522.

161. **TIRIS™** (1992). Overview of technology, products and applications. Radiofrequency identification featuring best read in class. Document number 11-03-001, second edition, February 1992.
162. **TIRIS™**, (1994). Transponders. Data sheet: 22-22-507, October, 1994.
163. **Touratier A., Lherminier P., Moquin J.**, (1993). Essais d'identification d'animaux domestiques par transpondeurs electroniques. In: Proceedings of the 28th biennial session of the International Committee for Animal Recording (ICAR). Neustift im Stubaital. Austria. Ed. Pudoc Wageningen. EAAP Publication. n° 61. pp. 163-165.
164. **Trabalza Marinucci M., Antonini C., Mughetti L., Acuti G., Franceschini R., Miraglia D., Boiti C., Asdrubali G.**, (2005). Uso di transponder ruminali per l'identificazione elettronica dei bovini: effetti su attività ruminale e metabolismo della popolazione batterica. V Congresso Nazionale CIRIAF, Perugia, 8-9 Aprile 2005.
165. **Vitiello D.J., Thaler A.M.**, (2001), Animal identification: links to food safety. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, , **20** (2), 598-604.
166. **Wilson D.W., Beers P.T.**, (2001). Global trade requirements and compliance with World Trade Organization agreements: the role of tracing animals and animal products. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **20** (2), 379-384.

## **Glossario EID**

### **A**

**Abbinamento**: registrazione del dato anagrafico associato ad un altro dato (ad esempio la data di nascita dell'animale o il codice aziendale).

**Affidabilità**: il secondo in ordine di importanza dei tre criteri utilizzati per la valutazione dell'impiego della tecnologia RFID per l'identificazione elettronica individuale degli animali, basato sul seguente indicatore di performance, secondo l'Analytical Hierarchy Process (Pinna *et al.*, 2007): 1. Leggibilità: si riferisce alla possibilità a disposizione dell'operatore di leggere mediante lettore portatile o antenna, in qualunque condizione di campo e per qualsiasi finalità il codice elettronico del transponder RFID identificativo individuale per ciascun campo presente in allevamento. Se la percentuale di leggibilità dei transponder dei capi EID presenti nel gregge

identificato elettronicamente è elevata, allora è elevata la sua affidabilità. La formula per il calcolo della leggibilità è specificata più avanti alla lettera L, sotto la voce leggibilità.

**Antenna:** Dispositivo di emissione e captazione delle onde a radiofrequenza. *Antenna stick* si applica al lettore portatile al fine di consentire un prolungamento dell'antenna integrata al lettore stesso, per la lettura statica del codice del transponder, ma possiede un raggio di campo inferiore a quello creato dall'antenna integrata nel lettore. *Antenna fissa* a forma di pannello o cornice che si posiziona in corridoio di lettura per la lettura dinamica del codice del transponder dell'animale in movimento.

**Applicatore:** Strumento per l'applicazione del transponder. Può essere un applicatore di boli o un iniettore. Il primo a guisa di pistola lancia – boli è dimensionato a seconda delle specie e viene utilizzato esclusivamente per i ruminanti, ove sia possibile la somministrazione del transponder identificativo mediante bolo. Il secondo è una siringa equipaggiato di aghi di lunghezze differenti per l'applicazione mediante iniezione del transponder iniettabile sterile.

**Applicazione:** di *marca auricolare* integrata del transponder e riportante il codice EID a stampa sul lato esterno leggibile visivamente; somministrazione *di bolo ceramico*, inerte e presentante un polo arrotondato al fine di facilitare la deglutizione da parte dell'animale e contenente il transponder passivo; *endoperitoneale*: applicazione del transponder in cavità addominale per iniezione transparietale della cute e della fascia muscolare e peritoneale esterna. Applicazione *sottocutanea*: applicazione del transponder nello strato sottocutaneo per iniezione transcutanea fino a raggiungere l'allogamento desiderato in regioni topografiche designate dell'animale.

## **B**

**Bolo:** dispositivo di identificazione per ruminanti a localizzazione endoreticolare. È realizzato in materiale vario (ceramica, zirconio,..) e possiede una camera interna contenente un transponder. È presente di diverse dimensioni e pesi ed è somministrato all'animale *per os*, mediante apposito applicatore dimensionato al bolo.

## C

**Codice del transponder:** numero a 16 cifre (compresi gli zeri) e memoria di 64 bit, composto come riportato in figura 1, in accordo a quanto pubblicato nella Decisione 2006/968/CE

**Figura 1 – Caratteristiche del codice del transponder**

Bit numero	Numero di cifre	Numero di combinazioni	Descrizione
1	1	2	Questo bit indica se l'identificatore viene impiegato per l'identificazione di animali o no. In tutte le applicazioni animali tale bit deve essere «1»
2-4	1	8	Contatore retagging (da 0 a 7)
5-9	2	32	Campo «user information». Questo bit deve contenere «04» per codificare il codice NC per animali delle specie ovina e caprina conformemente al capitolo 1, sezione I, parte II dell'allegato al regolamento (CEE) n. 2658/87 del Consiglio (1)
10-15	2	64	Vuoto — tutti zero (zona riservata per applicazioni future)
16	1	2	Questo bit indica la presenza o l'assenza di un blocco di dati (per l'impiego in animali deve essere «0» = nessun blocco di dati)
17-26	4	1 024	Codice paese come definito al Capitolo 1, punto a)
27-64	12	274 877 906 944	Codice d'identificazione nazionale come definito al Capitolo 1, punto b) Se il codice d'identificazione nazionale contiene meno di 12 cifre, lo spazio tra il codice d'identificazione nazionale ed il codice paese va completato da zeri

(1) GU L 256 del 7.9.1987, pag. 1.

**Corridoio di lettura:** corridoio destinato al passaggio degli animali per consentire la lettura dinamica dei codici dei transponder applicati all'animale. Devesi specificare il tipo di materiale impiegato. (per non interferire con il campo magnetico generato dall'antenna) e in maniera tale che non presenti ostacoli che rallentino e cagionino danni al passaggio degli animali.

## D ...,

**Efficacia:** il primo in ordine di importanza dei tre criteri utilizzati per la valutazione dell'impiego della tecnologia RFID per l'identificazione elettronica individuale degli animali, basato sui seguenti 2 indicatori di performance, secondo l'Analytical Hierarchy Process (Pinna *et al.*, 2007):

1. Ripetibilità: si riferisce al codice individuale che identifica il singolo animale che mantiene la propria sequenza immutata e immutabile a ciascun controllo con le finalità del caso. Tale indicatore di ripetibilità del codice è soddisfatto sia che sia verificato alla lettura statica che alla dinamica, qualunque sia il tipo di lettore compatibile con la radiofrequenza in grado di eccitare il transponder, indipendente dall'effetto operatore, dalle condizioni di campo e dalle finalità di lettura del codice del transponder;
2. Univocità: si riferisce all'esclusiva attribuzione del codice elettronico individuale del transponder ad uno e solo animale a cui il transponder è stato applicato dall'operatore. Tale indicatore è soddisfatto quando nessun altro animale possiede il medesimo Electronic Identification Code (EID).

**Efficienza:** il terzo in ordine di importanza dei tre criteri utilizzati per la valutazione dell'impiego della tecnologia RFID per l'identificazione elettronica individuale degli animali, basato sui seguenti 3 indicatori di performance, secondo l'Analytical Hierarchy Process (Pinna *et al.*, 2007):

1. Funzionalità degli strumenti: si riferisce all'utilizzo senza *défaillance* nelle condizioni di campo degli strumenti di lettura (lettore portatile e antenna) e dei transponder, con corretta interpretazione da parte dell'operatore del dato identificativo dell'animale e dei dati ad esso associati (sanitari, produttivi, genetici, etc.);
2. Numero attività tecnico: si riferisce al numero delle azioni compiute dall'operatore necessarie a portare a termine il compito. Tale indicatore di efficienza è soddisfatto quando, in termini comparativi, il numero delle azioni compiute dall'operatore equipaggiato da tecnologia RFID per completare un compito è inferiore rispetto al numero delle azioni compiute dallo stesso operatore senza l'ausilio della tecnologia RFID per completare lo stesso compito; in termini assoluti è soddisfatto quando il numero delle azioni

compiute dall'operatore equipaggiato da tecnologia RFID per completare un compito è il minimo possibile; 3. Tempo/tecnico/capo EID: si riferisce al tempo impiegato dall'operatore necessario a portare a termine un'azione sul singolo capo. Tale indicatore di efficienza è soddisfatto quando, in termini comparativi, il tempo impiegato dall'operatore equipaggiato da tecnologia RFID necessario a portare a termine un'azione sul singolo capo è inferiore rispetto al tempo necessario impiegato dallo stesso operatore a portare a termine la stessa azione sul singolo capo senza l'ausilio della tecnologia RFID; in termini assoluti è soddisfatto quando il tempo dell'azione compiuta dall'operatore equipaggiato da tecnologia RFID sul singolo capo è il minimo possibile.

## **F**

**Frequenza:** numero di Hertz delle onde generate da una sorgente. La frequenza di lavoro dei transponder impiegati per l'identificazione animale in Europa lavorano ad una frequenza di 134,2 kHz, in conformità alle Norme ISO 11784-11785.

## **G ..., H ..., I ...,**

## **L**

**Leggibilità:** si indica con R% (readability) ed esprime un valore percentuale, calcolato con la formula:

$$R = \frac{(\text{numero di animali con transponders} - \text{numero di transponders letti})}{\text{Numero animali transponders}} \times 100$$

Numero animali transponders

leggibilità *in vivo* (sull'animale) e *post mortem* (in catena di macellazione).

**Lettura dinamica:** rilievo del codice del transponder di un animale in movimento mediante antenna fissa, al passaggio dell'animale nel corridoio di lettura. **Lettura statica:** rilievo del codice del transponder di un animale mediante lettore portatile, sull'animale fermo (contenuto).

**Localizzazione del transponder:** posizionamento dell'identificatore elettronico in una regione topografica del corpo dell'animale, rilevata alla lettura statica o mediante esame radiografico o necropsia o recupero al mattatoio dalla carcassa.

**M ..., N ..., O ..., P ..., Q ...,**

**R**

**Recupero:** si effettua in catena di macellazione e si indica con C% (collection) ed esprime un valore percentuale, calcolato dalla formula

$$C = \frac{(\text{numero di animali con transponders} - \text{numero di transponders recuperati})}{\text{numero di animali con transponders}} \times 100$$

Numero animali con transponders

**Registrazione del dato anagrafico:** salvataggio del codice del transponder in seguito a lettura sul lettore portatile in modalità "inserimento".

**Ritenzione del transponder:** verifica della presenza del transponder nel corpo dell'animale identificato elettronicamente, verificata mediante lettura statica/dinamica a cadenze temporali definite in relazione al suo momento di applicazione. Ad esempio, nelle attuali condizioni sperimentali si utilizza il tasso di ritenzione a 1 h, 24 h, 7 d, 30 d, 210 d, 365 d, etc. dall'applicazione.

**S ...,**

**T**

**Tasso di perdita:** esprime la perdita dell'identificatore elettronico. È un valore complementare al C% e si esprime con L% (loss) calcolata mediante la seguente formula:

$L = \frac{(\text{numero di animali EID} - \text{numero di animali con transponder non recuperato})}{\text{Numero animali EID}} \times 100$

Numero animali EID

**Tasso di non leggibilità**: indica la non rilevazione automatica del codice del transponder. È complementare alla R% e si esprime con U% (Unread) calcolata mediante la seguente formula:

$U = \frac{(\text{numero di animali con transponders} - \text{numero di animali con transponders non letti})}{\text{Numero animali con transponders}} \times 100$

Numero animali con transponders

**Transceiver**: ricevitore dei dati collegato all'antenna fissa che permette l'alimentazione dell'antenna stessa e lo scaricamento dei dati captati dall'antenna in seguito ad eccitamento del transponder su computer portatile.

**Transponder**: microchip con funzionamento a radiofrequenza. Può essere attivo (cioè autoalimentato e sempre sorgente di campo magnetico) o passivo (cioè non alimentato, senza batteria cioè eccitato se investito da un altro campo magnetico). Per l'identificazione animale si utilizzano transponder passivi. Può avere tecnologia Full Duplex (FDX) o Half Duplex (HDX). Le dimensioni sono 32x3.8 mm frequenza di lavoro 134,2 kHz. I transponders impiegati per l'identificazione animale sono del tipo read only (cioè di sola lettura, ossia il codice non è riscrivibile). Transponder *iniettabile*: transponder inglobato in una capsula di vetro biocompatibile e inerte.

**U**

**Univocità**: identificazione dell'animale con il codice del transponder in maniera univoca a mezzo di lettore garantita dal rilievo automatico.

**V ..., Z ...**