

Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo

**Istituto centrale per il catalogo e la documentazione
Istituto superiore per la conservazione ed il restauro**

**TECNOLOGIA RFID PER I BENI CULTURALI
*RELAZIONE ISCR FASE SPERIMENTALE 1***

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti



Ministero
dei beni e delle
attività culturali
e del turismo



Istituto Centrale
per il Catalogo
e la Documentazione

1-INTRODUZIONE

La tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) consente a distanza il rilevamento e il riconoscimento per mezzo di onde radio: un'etichetta con microchip – trasponder o tag – applicata su un oggetto trasmette, attraverso onde radio, informazioni che identificano univocamente l'oggetto stesso; le informazioni vengono rilevate da un lettore RFID in grado di convertirle in segnale digitale trasferibile su computer. Varie sono le applicazioni che possono essere previste, non ultima la possibilità di identificare e di seguire negli eventuali percorsi – legali o illegali - il manufatto sul quale è stato apposto il tag contenente le informazioni ritenute necessarie.

Nel caso di applicazione dei tag su manufatti di interesse storico artistico è opportuno considerare la compatibilità degli stessi con i beni artistici: oltre all'impiego di tag aventi dimensioni minime che consentano un "mimetismo" estetico e permettano di contrastare eventuali sottrazioni illecite, è necessario verificare le eventuali interazioni del sistema tag/adesivo con le opere d'arte. Ne consegue la possibilità di indicare, per quanto possibile, alcune linee metodologiche per l'applicazione e per la rimozione dei tag dalle superfici dei manufatti artistici, al fine di salvaguardare gli stessi e la funzionalità dei tag.

Con queste finalità presso l'ISCR è stato avviato un progetto sperimentale che si può schematizzare in tre fasi:

fase sperimentale 1

Verifica:

- a - di compatibilità tra i tag attualmente a disposizione e i solventi degli adesivi da utilizzare
- b - di compatibilità tra i tag a disposizione e gli adesivi
- c - di prestazioni e interferenze tra i sistemi tag/adesivi e un supporto inerte come il vetro

fase sperimentale 2

Verifica delle interazioni tra alcuni sistemi tag/adesivi - selezionati attraverso la fase sperimentale 1 - e i provini rappresentativi delle varie tipologie di supporto artistico

fase sperimentale 3

Verifica delle interazioni tra sistemi tag/adesivi - individuati nella fase sperimentale 2 - e oggetti reali in situ all'interno e all'aperto.

La presente relazione è relativa ai risultati sperimentali ottenuti nella **fase sperimentale 1**.

2-PROGETTO SPERIMENTALE

I requisiti dei materiali da applicare su opere d'arte, qualsiasi obiettivo si voglia raggiungere - pulitura, consolidamento, protezione – sono essenzialmente la "minima interferenza" estetica e materica, la "massima rimovibilità" e la "massima riconoscibilità" rispetto all'opera. E' evidente che nella realtà non esistono sostanze che abbiano tutti questi requisiti al più alto livello: occorre sempre verificare il rapporto "vantaggi/svantaggi" per selezionare i materiali da applicare sul singolo bene. Sono stati inseriti nella sperimentazione anche adesivi "irreversibili", al fine di valutarne le interazioni con i tag e con alcune tipologie di manufatti, per l'eventuale impiego in situazioni che richiedano caratteristiche di grande durabilità e tenacia, come potrebbe essere per opere esposte all'aperto.

2.1-Materiali e metodi

Nella **fase sperimentale 1** si sono valutate le eventuali interferenze dei solventi e degli adesivi sui materiali e sulle prestazioni elettroniche dei tag:

- 1) selezione dei tag, degli adesivi commerciali, dei polimeri sintetici e dei solventi organici
- 2) valutazione delle interazioni tra tag e solventi (in rapporto p/v 1:10) per immersione di 24 h
- 3) applicazione sui tag di adesivi commerciali e di formulazioni di laboratorio
- 4) valutazione delle interazioni e delle interferenze tra adesivi e tag
- 5) preparazione di provini mediante applicazione dei sistemi adesivo/tag su vetri
- 6) invecchiamento accelerato dei provini in stufa termostatica per 15 gg a 38°C
- 7) valutazione dell'efficacia dell'adesione
- 8) valutazione della facilità di rimozione dei tag dai vetri
- 9) valutazione dello stato delle superfici dei tag e dei vetri dopo rimozione dei tag
- 10) valutazione della funzionalità elettronica dei tag dopo la sperimentazione

A parte sono stati “immersi” i diversi tag in una quantità in eccesso dei vari adesivi, per verificare la funzionalità dei tag in queste condizioni, necessarie ad esempio nel caso di impiego su metalli per creare un isolamento che consenta ai tag di funzionare.

Sono state selezionate 5 tipologie di TAG con un numero sufficiente di campioni a disposizione per completare la **fase sperimentale 1** qui descritta (figura 1):

DEL MONTI snc lin 600-p III (con adesivo)
LABEL 1836 SPECIAL (con adesivo)
MT SPECIAL 2 K 8.5
D 14 TAG SPECIAL 2 K
D 6.7 SPECIAL 2 K



Figura 1 – Tag usati per la sperimentazione

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

In appendice sono riportate le schede tecniche dei tag.

I singoli adesivi impiegati sono stati selezionati privilegiando uno o più dei seguenti criteri:

- reversibilità o irreversibilità
- resistenza e tenacia
- facile reperibilità sul mercato
- versatilità d'uso o impiego consolidato su diverse tipologie di supporto: carta, tessuti, legno, tela, metallo, ceramica, terracotta, intonaco, lapidei, polimeri sintetici, ecc.

<u>ADESIVO</u>	<u>FORNITORE – specifiche</u>
A1 – PARALOID B72 (30% IN ACETONE)	CTS - Resina acrilica
A2 – MOWITAL B 60 HH (30% IN ETANOLO)	CTS - polivinilbutirrale
A3 – RESINA EPOSSIDICA	CTS - UHU plus – resina bicomponente
A4 – VINAVID	CTS - Vinavid 59 – polivinilacetato
A5 – PLEXTOL B 500	CTS – Resina acrilica
A6 – SILICONE	SARATOGA – bianco-san funghalt
A7 – ADESIVO DEL TAG	

I singoli solventi sono stati selezionati in base ai seguenti criteri:

- bassa tossicità¹
- purezza di grado analitico²
- parametri di solubilità³

<u>SOLVENTE</u>	<u>FORNITORE-CARATTERISTICHE-COMPOSIZIONE</u>
S1 – ACETONE	D'ALENA
S2 – ETANOLO 95% (EtOH)	BUONGUSTO
S3 – ALCOL ISOPROPILICO (IPA)	D'ALENA
S4 – METILETILCHETONE (MEK)	D'ALENA
S5 - iso-OTTANO	SIGMA -ALDRICH
S6 – ACQUA DEIONIZZATA ⁴	0,6 μ S/cm – pH 6,0
S7 - DILUENTE NITRO	CTS
S8 - TACO A	EtOH \ i-OTTANO \ ACETONE (45%-35%-20%)
S9 - TACO B	IPA \ i-OTTANO \ MEK (20%-45%-35%)

I solventi da S1 a S5, di grado di purezza analitico e a bassa tossicità, sono stati usati – singolarmente o in miscela tra loro - per preparare alcuni adesivi con i quali applicare i tag. Le miscele S8 (TaCo A) e S9 (TaCo B)⁵, a bassa tossicità e con volatilità maggiore per la S8, sono

¹“Rischio Chimico nel cantiere e nel laboratorio di restauro, M. Coladonato - 2012:

<http://www.iscr.beniculturali.it/documenti/allegati/RISCHIO%20CHIMICO%20NEL%20RESTAURO.pdf>

² I solventi puri sono a concentrazione vicina al 100%

³ Talarico F., Coladonato M. – Impiego dei parametri di solubilità nel restauro – Materiali e strutture, a. VII, n. 1 - 1997

⁴ Di seguito sempre indicata con: acqua

⁵ Miscele in uso dagli anni 90 presso l'ICR, alternative al diluente nitro, con parametri di solubilità Fp: 60, 65, 70 e a tre diverse volatilità, proposte in Talarico F., Coladonato M. – op. cit., pag. 37-39

state formulate⁶ con parametri di solubilità utili per sostituire il diluente nitro⁷ - miscela S7, (figura 2),⁸ e per ricadere nelle aree di solubilità dei polimeri sintetici usati come adesivi (figure 3, 4, 5).



Figura 2 – miscele S8 (1), S9 (2) e area diluente nitro (linea rossa tratteggiata)

⁶ Programma: “Triangolo interattivo dei solventi e delle solubilità”, disponibile presso il sito ISCR: <http://iscr.beniculturali.it/flash/progetti/TriSolv/TriSolv.html>

⁷ Prodotto commerciale ancora oggi di largo consumo e facile reperibilità ma di composizione qualitativa e quantitativa indefinita e per questo da evitare nella conservazione delle opere d’arte

⁸ Talarico F., Coladonato M. – op. cit.

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1
M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

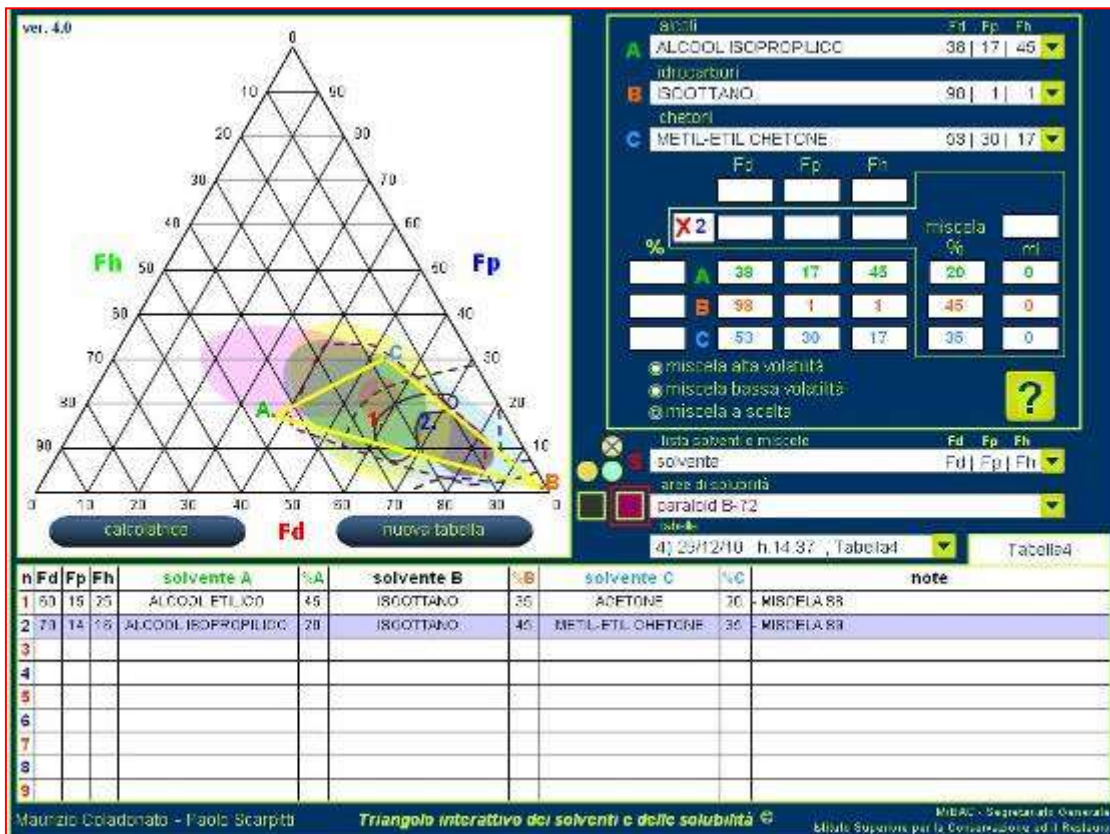


Figura 3 - miscele S8 (1), S9 (2), area di solubilità del Paraloid B72 (linea rossa tratteggiata), area di rigonfiamento della gomma siliconica (linee nere tratteggiata e continua)

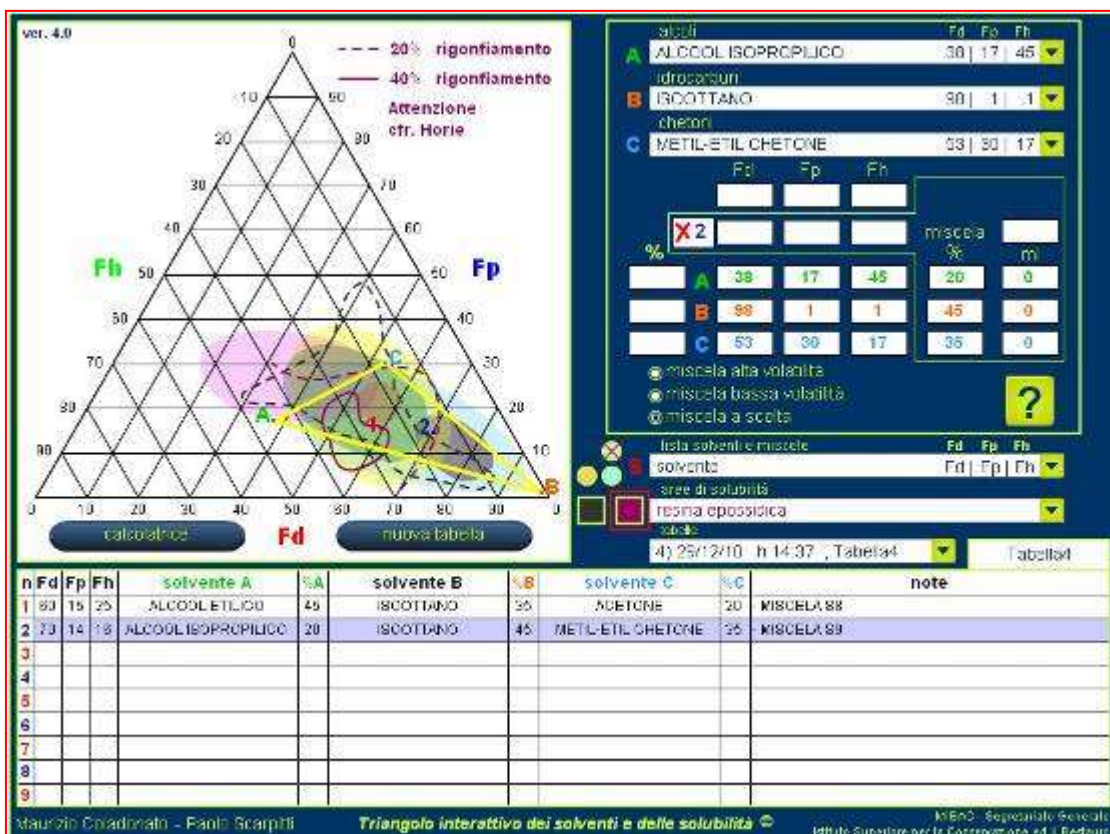
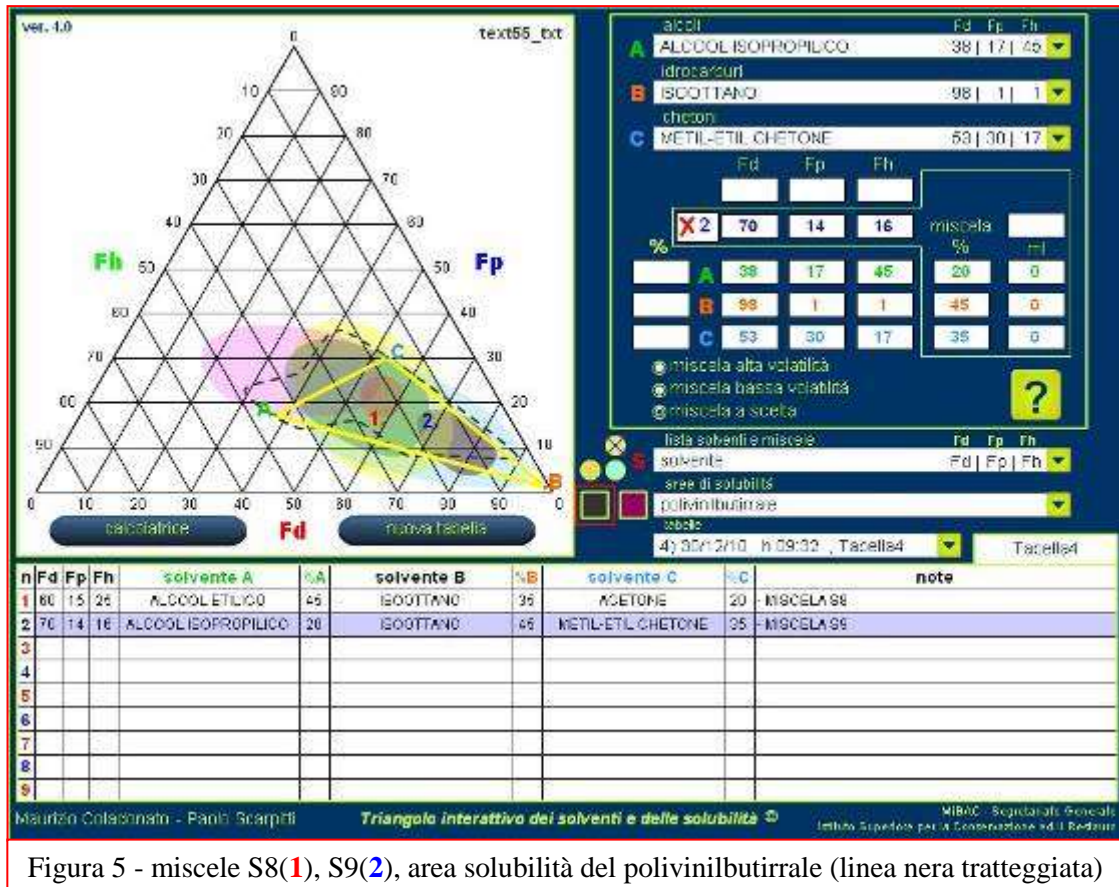
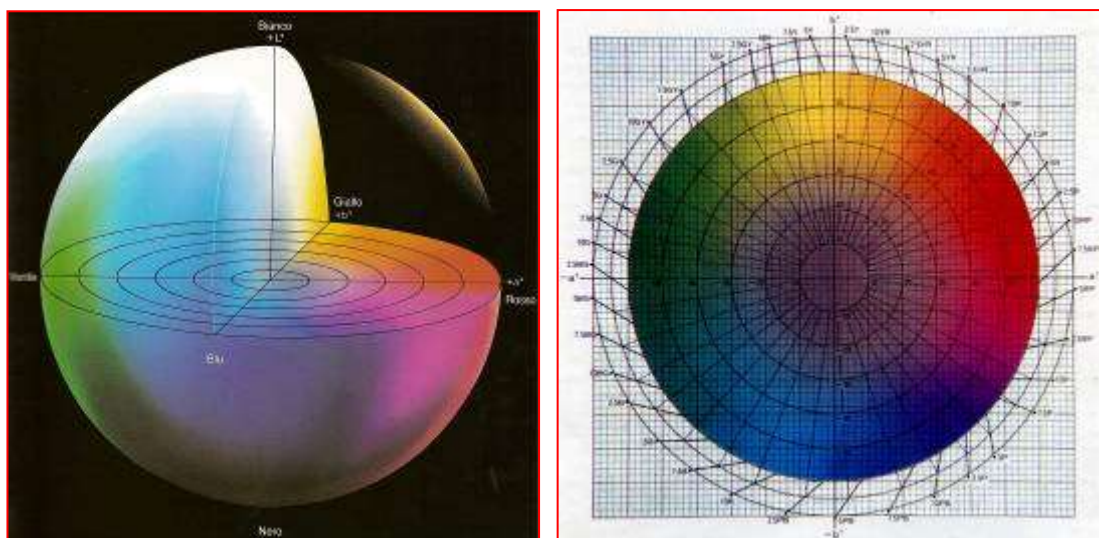


Figura 4 - miscele S8(1), S9(2), area di solubilità di un polivinilacetato (linea nera tratteggiata), area di rigonfiamento della gomma epossidica (linee rosse trattegg. e continua)



E' stata eseguita una documentazione fotografica e sono state misurate - con bilancia analitica Mettler - le variazioni di peso dei tag e dei vetrini prima e dopo l'applicazione dei solventi e degli adesivi. Sui tag "DEL MONTI snc lin 600-p III", "D14 Tag special 2 K" e "LABEL 1836 SPECIAL", gli unici di formato idoneo per essere sottoposti a indagine con colorimetro Minolta CR200, sono state valutate le variazioni cromatiche nello spazio colore CIE Lab 1976 - figura 6 - secondo la raccomandazione Normal 43/93.



3-Risultati sperimentali

3.1- Interazioni e interferenze macroscopiche dei solventi con i tag

Nelle figure 1-11 è evidenziato lo stato di conservazione dei diversi tipi di tag dopo il trattamento con i solventi.

Del Monti snc lin 600 – p III



1

Solvente: acetone

Stato di conservazione: stacco di una pellicola trasparente



2

Solvente: etanolo

Stato di conservazione: buono



3

Solvente: alcool isopropilico

Stato di conservazione: buono



4

Solvente: metiletilchetone

Stato di conservazione: stacco di una pellicola trasparente



5
Solvente: i-ottano
Stato di conservazione: stacco di una pellicola trasparente



6
Solvente: acqua
Stato di conservazione: buono



7
Solvente: diluente nitro
Stato di conservazione: buono



8
Solvente: TaCo A
Stato di conservazione: buono



9
Solvente: TaCo B
Stato di conservazione: stacco di una pellicola trasparente

Figura 7 – stato di conservazione dei tag Del Monti snc lin 600 – p III dopo trattamento con i solventi

Label 1836 special



1
Solvente: acetone
Stato di conservazione: pessimo - parziale dissoluzione e separazione degli strati



2
Solvente: etanolo
Stato di conservazione: mediocre - parziale stacco delle pellicole trasparenti



3
Solvente: alcool isopropilico
Stato di conservazione: buono



4
Solvente: metiletilchetone
Stato di conservazione: pessimo - parziale dissoluzione e separazione degli strati



5
Solvente: i-ottano
Stato di conservazione: buono



6
Solvente: acqua
Stato di conservazione: buono



7
Solvente: diluente nitro
Stato di conservazione: pessimo - parziale dissoluzione e separazione degli strati



8
Solvente: TaCo A
Stato di conservazione: pessimo - parziale dissoluzione e separazione degli strati



9
Solvente: TaCo B
Stato di conservazione: pessimo - parziale dissoluzione e separazione degli strati

Figura 8 – stato di conservazione dei tag Label 1836 special dopo trattamento con i solventi

Mini Tag special 2 K 8.5



1

Solvente: acetone

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



2

Solvente: etanolo

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



3

Solvente: alcool isopropilico

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



4

Solvente: metiletilchetone

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



5

Solvente: i-ottano

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



6

Solvente: acqua

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



7

Solvente: diluente nitro

Stato di conservazione: buono



8

Solvente: TaCo A

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera



9

Solvente: TaCo B

Stato di conservazione: buono

Figura 9 – stato di conservazione dei tag Mini Tag special 2 K 8.5 dopo trattamento con i solventi

D 6.7 special 2 K



1
Solvente: acetone
Stato di conservazione: buono



2
Solvente: etanolo
Stato di conservazione: buono



3
Solvente: alcool isopropilico
Stato di conservazione: buono



4
Solvente: metiletilchetone
Stato di conservazione: buono



5
Solvente: i-ottano
Stato di conservazione: buono



6
Solvente: acqua
Stato di conservazione: buono



7
Solvente: diluente nitro
Stato di conservazione: buono



8
Solvente: TaCo A
Stato di conservazione: buono



9
Solvente: TaCo B
Stato di conservazione: buono

Figura 10 – stato di conservazione dei tag D 6.7 special 2 K dopo trattamento con i solventi

D 14 Tag special 2 K



1
Solvente: acetone
Stato di conservazione: buono



2
Solvente: etanolo
Stato di conservazione: buono



3
Solvente: alcool isopropilico
Stato di conservazione: buono



4
Solvente: metiletilchetone
Stato di conservazione: buono



5
Solvente: i-ottano
Stato di conservazione: buono



6
Solvente: acqua
Stato di conservazione: buono



7
Solvente: diluente nitro
Stato di conservazione: buono



8
Solvente: TaCo A
Stato di conservazione: buono



9
Solvente: TaCo B
Stato di conservazione: buono

Figura 11 – stato di conservazione dei tag D 14 Tag special 2 K dopo trattamento con i solventi

3.2- Interazioni e interferenze macroscopiche degli adesivi con i tag

Nelle figure 12-16 è evidenziato lo stato di conservazione dei diversi tipi di tag dopo il trattamento con gli adesivi e il successivo stacco.

Del Monti snc lin 600 – p III



1

Adesivo: Paraloid B 72 al 30% in acetone
Stacco: meccanico, facile
Stato di conservazione: buono
Residui: evidenti sul tag, tracce sul vetrino



2

Adesivo: Mowital B 60 HH al 30% in etanolo
Stacco: meccanico, facile
Stato di conservazione: buono
Residui: evidenti sul tag



3

Adesivo: Resina Epossidica
Stacco: meccanico, difficile
Stato di conservazione: mediocre
Residui: evidenti sul vetrino



4

Adesivo: Vinavil
Stacco: meccanico, difficile
Stato di conservazione: mediocre
Residui: evidenti sul vetrino



5

Adesivo: Plextol

Stacco: meccanico

Stato di conservazione: buono

Residui: evidenti sul tag, minime tracce sul vetrino



6

Adesivo: Silicone

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: buono

Residui: evidenti sia sul tag che sul vetrino



7

Adesivo: predisposto sul tag

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: buono

Residui: tracce sul vetrino

Figura 12 – stato di conservazione dei tag Del Monti snc lin 600 – p III dopo trattamento con gli adesivi e il successivo stacco.

Label 1836 special



8

Adesivo: Paraloid B 72 al 30% in acetone

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: buono

Residui: maggiori sul tag ma evidenti anche sul vetrino



9

Adesivo: Mowital B 60 HH al 30% in etanolo

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: buono

Residui: maggiori sul tag ma evidenti anche sul vetrino



10

Adesivo: Resina Epossidica

Stacco: meccanico, difficile

Stato di conservazione: buono

Residui: completamente sul tag



11

Adesivo: Vinavil

Stacco: meccanico, difficile

Stato di conservazione: mediocre, la superficie a contatto con l'adesivo risulta danneggiata

Residui: maggiori sul vetrino, ma evidenti anche sul tag



12

Adesivo: Plextol

Stacco: meccanico, difficile

Stato di conservazione: mediocre, la superficie a contatto con l'adesivo risulta danneggiata

Residui: evidente sia sul tag che sul vetrino



13

Adesivo: Silicone

Stacco: meccanico, difficile

Stato di conservazione: buono

Residui: evidente sia sul tag che sul vetrino



14

Adesivo: predisposto sul tag

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: mediocre, la superficie a contatto con l'adesivo risulta danneggiata

Residui: evidenti sia sul tag che sul vetrino

Figura 13 – stato di conservazione dei tag Label 1836 special dopo trattamento con gli adesivi e il successivo stacco

Mini Tag special 2 K 8.5



15

Adesivo: Paraloid B 72 al 30% in acetone

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: buono

Residui: maggiori sul vetrino



16

Adesivo: Mowital B 60 HH al 30% in etanolo

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera

Residui: completamente sul vetrino



17

Adesivo: Resina Epossidica

Stacco: con lama di bisturi calda

Stato di conservazione: leggero sbiancamento della superficie nera

Residui: completamente sul vetrino



18

Adesivo: Vinavil

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: piccolo frammento del retro visibile sul vetrino

Residui: completamente sul vetrino



19

Adesivo: Plectol

Stacco: meccanico

Stato di conservazione: buono

Residui: completamente sul tag, minimo sul vetrino



20

Adesivo: Silicone

Stacco: meccanico

Stato di conservazione: piccolo frammento del retro visibile sul vetrino

Residui: completamente sul vetrino

Figura 14 – stato di conservazione dei tag Mini Tag special 2 K 8.5 dopo trattamento con gli adesivi e il successivo stacco

D 14 TAG special 2K



22

Adesivo: Paraloid B 72 al 30% in acetone

Stacco: meccanico, difficile

Stato di conservazione: rottura del tag al momento dello stacco

Residui:



23

Adesivo: Mowital B 60 HH al 30% in etanolo

Stacco: meccanico, difficile

Stato di conservazione: buono

Residui: completamente sul tag, minimo residuo sul vetrino



24

Adesivo: Resina Epossidica

Stacco: impossibile

Stato di conservazione:

Residui



25

Adesivo: Vinavil

Stacco: impossibile

Stato di conservazione:

Residui



26

Adesivo: Plextol

Stacco: meccanico, difficile- con acetone

Stato di conservazione: mediocre

Residui: completamente sul tag



27

Adesivo: Silicone

Stacco: meccanico

Stato di conservazione: bordo danneggiato

Residui: evidenti sia sul tag che sul vetrino

Figura 15– stato di conservazione dei tag D 14 TAG special 2 K dopo trattamento con gli adesivi e il successivo stacco

D 6.7 special 2 K



29

Adesivo: Paraloid B 72 al 30% in acetone

Stacco: impossibile

Stato di conservazione:

Residui



30

Adesivo: Mowital B 60 HH al 30% in etanolo

Stacco: meccanico, difficile- con etanolo

Stato di conservazione: buono

Residui: completamente sul tag



31

Adesivo: Resina Epossidica

Stacco: impossibile

Stato di conservazione:

Residui



32

Adesivo: Vinavil

Stacco: impossibile

Stato di conservazione:

Residui



33

Adesivo: Plectol

Stacco: meccanico, difficile- con acetone

Stato di conservazione: mediocre

Residui: evidenti lungo il bordo del tag e tracce sul vetrino



34

Adesivo: Silicone

Stacco: meccanico, facile

Stato di conservazione: buono

Residui: evidente sia sul tag che sul vetrino

Figura 16– stato di conservazione dei tag D 6.7 special 2 K dopo trattamento con gli adesivi e il successivo stacco

3.3-Misure colorimetriche

Le misure colorimetriche sono state eseguite sui tag “DEL MONTI snc lin 600-p III”⁹, “LABEL 1836 SPECIAL” e “D14 Tag special 2 K”, aventi il formato idoneo (grandezza area, planarità della superficie) per essere sottoposti a questo tipo di indagine strumentale secondo la raccomandazione Normal 43/93. I valori delle misure strumentali, eseguite nello spazio colore CIE Lab 1976 (vedi figura 17) - in cui L, a, b sono i parametri di cromaticità - sono stati elaborati per ottenere il ΔE ¹⁰, parametro che consente la valutazione e il confronto omogeneo della variazione globale di colore delle superfici.

Nelle tabelle 1, 2 ,3 sono riportati - oltre ai dati sperimentali ottenuti prima e dopo il trattamento dei tag con i singoli solventi per immersione di 24 h (vedi figura 18) - anche i ΔE e i valori statistici.



Figura 17 – misure con colorimetro Minolta



Figura 18 – tag nei solventi per 24 h

⁹ Le misure sono state eseguite su foglio bianco per dare una base uniforme ai tag trasparenti

¹⁰ $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{-1/2}$

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1
M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

	Prima			Dopo			ΔL	Δa	Δb	ΔE	
	L	a	b	L	a	b					
S1-Acetone	82,17	-0,1	0,75								
S2-EtOH	81,8	-0,35	1,79	79,71	-0,09	0,06	2,09	-0,26	1,73	2,73	
S3-IPA	78,95	-0,23	1,18	80	-0,05	0,42	-1,05	-0,18	0,76	1,31	
S4-Mek	78,85	-0,33	1,56								
S5- i-ottano	83,91	-0,24	1,88								
S6-H2O	79,43	-0,28	1,38	79,81	0,03	0,39	-0,38	-0,31	0,99	1,10	
S7-D.N	79,35	-0,33	1,89								
S8-TaCo A	79,69	-0,14	1,82	81,26	-0,09	1,22	-1,57	-0,05	0,6	1,68	
S9-TaCo B	81,9	-0,19	1,2								
							<i>v.m.</i>	-0,23	-0,20	1,02	1,71
							<i>d.s.</i>	1,62	0,11	0,50	0,72

Tabella 1 – Del Monti snc lin600-pIII - variazioni cromatiche dopo immersione di 24 h nei solventi

	Prima			Dopo			ΔL	Δa	Δb	ΔE	
	L	a	b	L	a	b					
S1-Acetone	77,55	-0,21	-0,85								
S2-EtOH	79,08	-0,09	-0,69	83,26	-0,23	-1,45	-4,18	0,14	0,76	4,25	
S3-IPA	77,05	-0,21	-0,79	75,28	-0,04	-0,41	1,77	-0,17	-0,38	1,82	
S4-Mek	75,72	-0,25	-0,5								
S5- i-ottano	78,5	-0,23	-0,87	70,8	-0,14	-0,61	7,7	-0,09	-0,26	7,70	
S6-H2O	77,35	-0,24	-0,59	72,42	-0,16	-0,55	4,93	-0,08	-0,04	4,93	
S7-D.N	78,01	-0,23	-0,62								
S8-TaCo A	78,26	-0,22	-0,59								
S9-TaCo B	76,85	-0,2	-0,85								
							<i>v.m.</i>	2,56	-0,05	0,02	4,68
							<i>d.s.</i>	5,10	0,13	0,51	2,42

Tabella 2 – Label 1836 special (parte bianca) - variazioni cromatiche dopo immersione di 24 h nei solventi

	Prima			Dopo			ΔL	Δa	Δb	ΔE	
	L	a	b	L	a	b					
S1-Acetone	44,93	-0,73	-1,98	44,75	-0,76	-2,15	0,18	0,03	0,17	0,25	
S2-EtOH	42,73	-0,74	-1,11	44,94	-0,81	-2,06	-2,21	0,07	0,95	2,41	
S3-IPA	43,87	-0,64	-2,01	44,01	-0,75	-1,94	-0,14	0,11	-0,07	0,19	
S4-Mek	44,08	-0,67	-1,78	44,35	-0,61	-1,82	-0,27	-0,06	0,04	0,28	
S5- i-ottano	44,61	-0,67	-1,9	44,3	-0,69	-1,75	0,31	0,02	-0,15	0,34	
S6-H2O	44,59	-0,69	-1,73	45	-0,76	-1,81	-0,41	0,07	0,08	0,42	
S7-D.N	43,51	-0,61	-1,65	44,45	-0,7	-1,85	-0,94	0,09	0,2	0,97	
S8-TaCo A	44,09	-0,81	-1,83	44,26	-0,74	-1,86	-0,17	-0,07	0,03	0,19	
S9-TaCo B	43,52	-0,67	-1,65	43,68	-0,66	-1,63	-0,16	-0,01	-0,02	0,16	
							<i>v.m.</i>	-0,42	0,03	0,14	0,58
							<i>d.s.</i>	0,76	0,06	0,32	0,73

Tabella 3 – D 14 Tag special 2 K - variazioni cromatiche dopo immersione di 24 h nei solventi

3.4- Misure di peso

3.4.1-Interazioni tag/solventi

Nelle tabelle da 4 a 8 sono riportate le variazioni di peso dei tag dopo trattamento per immersione di 24 h nei solventi.

	Prima (A)	Dopo (B)	A-B	[(A-B)/A]x100
S1-Acetone	0,0477	0,0401	0,0076	15,93
S2-EtOH	0,0481	0,0473	0,0008	1,66
S3-IPA	0,0485	0,0467	0,0018	3,71
S4-Mek	0,0484	0,0409	0,0075	15,49
S5- i-ottano	0,0480	0,0458	0,0022	4,58
S6-H2O	0,0483	0,0439	0,0044	9,11
S7-D.N	0,0486	0,0417	0,0069	14,19
S8-TaCo A	0,0484	0,0385	0,0099	20,45
S9-TaCo B	0,0476	0,0402	0,0074	15,54
<i>v.m.</i>			<i>0,0054</i>	<i>11,18</i>
<i>d.s.</i>			<i>0,0032</i>	<i>6,61</i>

Tabella 4 - Del Monti snc lin 600 – p III – variazioni in peso (g) dopo immersione di 24 h nei solventi

	Prima (A)	Dopo (B)	A-B	[(A-B)/A]x100
S1-Acetone	1,9566	1,864	0,0926	4,73
S2-EtOH	1,9797	2,0226	-0,0429	-2,16
S3-IPA	2,0207	1,9811	0,0396	1,96
S4-Mek	2,0984	1,9969	0,1015	4,83
S5- i-ottano	1,9786	1,9692	0,0094	0,47
S6-H2O	1,9126	1,9138	-0,0012	-0,06
S7-D.N	1,9957	1,9248	0,0709	3,55
S8-TaCo A	1,9035	1,8147	0,0888	4,66
S9-TaCo B	1,9190	1,8824	0,0366	1,90
<i>v.m.</i>			<i>0,0439</i>	<i>2,21</i>
<i>d.s.</i>			<i>0,0491</i>	<i>2,46</i>

Tabella 5 - Label 1836 special – variazioni in peso (g) dopo immersione di 24 h nei solventi

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1
M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

	Prima (A)	Dopo (B)		A-B	[(A-B)/A]x100
S1-Acetone	0,2192	0,2192		0,0000	0,00
S2-EtOH	0,2136	0,2138		-0,0002	-0,09
S3-IPA	0,2201	0,2199		0,0002	0,09
S4-Mek	0,2140	0,2144		-0,0004	-0,18
S5- i-ottano	0,2058	0,206		-0,0002	-0,09
S6-H2O	0,2191	0,2194		-0,0003	-0,13
S7-D.N	0,2195	0,2203		-0,0008	-0,36
S8-TaCo A	0,2070	0,2078		-0,0008	-0,38
S9-TaCo B	0,2219	0,2224		-0,0005	-0,22
<i>v.m.</i>				-0,0003	-0,15
<i>d.s.</i>				0,0003	0,15

Tabella 6 - MT special 2K 8.5 – variazioni in peso (g) dopo immersione di 24 h nei solventi

	Prima (A)	Dopo (B)		A-B	[(A-B)/A]x100
S1-Acetone	1,4466	1,4466		0	0,00
S2-EtOH	1,3462	1,3462		0	0,00
S3-IPA	1,4085	1,4078		0,0007	0,05
S4-Mek	1,4305	1,4306		-0,0001	-0,01
S5- i-ottano	1,4280	1,4281		-0,0001	-0,01
S6-H2O	1,3830	1,3842		-0,0012	-0,09
S7-D.N	1,4400	1,4406		-0,0006	-0,04
S8-TaCo A	1,4092	1,4094		-0,0002	-0,014
S9-TaCo B	1,3803	1,3804		-0,0001	-0,01
<i>v.m.</i>				0,0286	2,03
<i>d.s.</i>				0,0867	6,15

Tabella 7 - D 14 tag special 2 K – variazioni in peso (g) dopo immersione di 24 h nei solventi

	Prima (A)	Dopo (B)		A-B	[(A-B)/A]x100
S1-Acetone	0,2002	0,2002		0,0000	0,00
S2-EtOH	0,1991	0,1999		-0,0008	-0,40
S3-IPA	0,2118	0,2115		0,0003	0,14
S4-Mek	0,2201	0,2204		-0,0003	-0,13
S5- i-ottano	0,2047	0,2046		0,0001	0,05
S6-H2O	0,2059	0,2057		0,0002	0,10
S7-D.N	0,2083	0,2090		-0,0007	-0,34
S8-TaCo A	0,2005	0,2004		0,0001	0,05
S9-TaCo B	0,1982	0,1978		0,0004	0,20
<i>v.m.</i>				0,0000	-0,05
<i>d.s.</i>				0,0005	0,25

Tabella 8 - D 6.7 special 2K – variazioni in peso (g) dopo immersione di 24 h nei solventi

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

3.4.2-Interazioni tag/adesivo/vetrino

Nelle tabelle 9, 11, 13, 15, 17 sono riportati i pesi (in grammi) dei tag, dei vetrini e dei sistemi vetrino+adesivo+tag; nelle tabelle 10, 12, 14, 16, 18 sono riportate le relative variazioni di peso a seguito della rimozione dei tag dai vetrini (vedi figure 12-16).

		A	B	C	D = C-A-B	E	F	G	Facilità rimozione
Adesivo	N°	vetrino	tag	vetrino+adesivo+tag (t.a.)	adesivo applicato	vetrino+adesivo+tag (dopo stufa)	Vetrino (dopo stacco)	Tag (dopo stacco)	
Paraloid 30% in acetone	1	4,8378	0,0480	4,9003	0,0145	4,8940	4,8390	0,0560	1
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	2	4,8070	0,0476	4,8919	0,0373	4,8621	4,8070	0,0550	1
Epossidica	3	4,8325	0,0477	4,9177	0,0375	4,9183	4,8788	0,0400	2
Vinavil	4	4,7436	0,0481	4,9324	0,1407	4,8470	4,8001	0,0463	2
Plextol B 500	5	4,7968	0,0485	4,9130	0,0677	4,8816	4,7970	0,0852	1
Silicone	6	4,8259	0,0485	4,8970	0,0226	4,8961	4,8451	0,0506	1
Adesivo tag	7	4,8448	0,0489	4,8928	-0,0009	4,8930	4,8443	0,0487	1

Tabella 9 - Del Monti snc lin 600 – p III – peso (g) dei tag, dei vetrini e dei sistemi vetrino+adesivo+tag

		H = F-A	I = G-B	L = H/A x100	M = I/B x100	N = C-E
Adesivo	N°	differenza peso vetrino (dopo-prima stacco)	differenza peso tag (dopo-prima stacco)	differ. % peso vetrino (dopo-prima stacco)	differ. % peso tag (dopo-prima stacco)	differenza peso vetrino+adesivo+tag (prima-dopo stufa)
Paraloid 30% in acetone	1	0,0012	0,0080	0,02	16,67	0,0063
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	2	0,0000	0,0074	0,00	15,55	0,0298
Epossidica	3	0,0463	-0,0077	0,96	-16,14	-0,0006
Vinavil	4	0,0565	-0,0018	1,19	-3,74	0,0854
Plextol B 500	5	0,0002	0,0367	0,00	75,67	0,0314
Silicone	6	0,0192	0,0021	0,40	4,33	0,0009
Adesivo tag	7	-0,0005	-0,0002	-0,01	-0,41	-0,0002

Tabella 10 - Del Monti snc lin 600 – p III – variazioni in peso (g) dopo rimozione dei tag dai vetrini

Legenda: stacco del Tag dal vetrino - 1: facile, 2: difficile, 3: impossibile, 4: con solvente, 5: lama calda, 6: rottura TAG

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

		A	B	C	D = C-A-B	E	F	G	Facilità rimozione
Adesivo	N°	vetrino	tag	vetrino+adesivo+tag (t.q.)	adesivo applicato	vetrino+adesivo+tag (dopo stufa)	Vetrino (dopo stacco)	Tag (dopo stacco)	
Paraloid in acetone al 30%	8	4,8826	1,9348	6,9250	0,1076	6,8589	4,8873	1,9719	1
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	9	4,7254	1,8808	6,8233	0,2171	6,6489	4,7313	1,9174	1
Epossidica	10	4,7467	1,8598	6,7085	0,1020	6,7080	4,7456	1,9617	1
Vinavil	11	4,7303	1,8098	6,7731	0,2330	6,6373	4,8305	1,8069	2
Plextol B 500	12	4,7350	1,9526	6,7988	0,1112	6,7461	4,7440	2,0018	2
Silicone	13	4,7617	1,8947	6,7844	0,1280	6,7765	4,8781	1,8984	2
Adesivo tag	14	4,7928	1,8211	6,6134	-0,0005	6,6124	4,7948	1,8177	1

Tabella 11 - Label 1836 special – peso (g) dei tag, dei vetrini e dei sistemi vetrino+adesivo+tag

		H = F-A	I = G-B	L = H/A x100	M = I/B x100	N = C-E
Adesivo	N°	differenza peso vetrino (dopo-prima stacco)	differenza peso tag (dopo-prima stacco)	differ. % peso vetrino (dopo-prima stacco)	differ. % peso tag (dopo-prima stacco)	differenza peso vetrino+adesivo+tag (prima-dopo stufa)
Paraloid in acetone al 30%	8	0,0047	0,0371	0,10	1,92	0,0661
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	9	0,0059	0,0366	0,12	1,95	0,1744
Epossidica	10	-0,0011	0,1019	-0,02	5,48	0,0005
Vinavil	11	0,1002	-0,0029	2,12	-0,16	0,1358
Plextol B 500	12	0,0090	0,0492	0,19	2,52	0,0527
Silicone	13	0,1164	0,0037	2,44	0,20	0,0079
Adesivo tag	14	0,0020	-0,0034	0,04	-0,19	0,0010

Tabella 12 – Label 1836 special – variazioni in peso (g) dopo rimozione dei tag dai vetrini

Legenda: stacco del Tag dal vetrino - 1: facile, 2: difficile, 3: impossibile, 4: con solvente, 5: lama calda, 6: rottura TAG

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

		A	B	C	D = C-A-B	E	F	G	Facilità rimozione
Adesivo	N°	vetrino	tag	vetrino+adesivo+tag (t.q.)	adesivo applicato	vetrino+adesivo+tag (dopo stufa)	Vetrino (dopo stacco)	Tag (dopo stacco)	
Paraloid in acetone al 30%	15	4,8204	0,2212	5,0470	0,0054	5,0435	4,8223	0,2211	1
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	16	4,8303	0,2204	5,0615	0,0108	5,0532	4,8323	0,2206	1
Epossidica	17	4,9070	0,2163	5,1332	0,0099	5,1323	4,9122	0,2154	5,2
Vinavil	18	4,8759	0,2257	5,1155	0,0139	5,1072	4,8820	0,2250	1
Plextol B 500	19	4,8348	0,2177	5,0716	0,0191	5,0623	4,8350	0,2275	1
Silicone	20	4,8361	0,2197	5,0742	0,0184	5,0731	4,8533	0,2192	1
Adesivo tag	21								

Tabella 13 – MT special 2K 8.5 – peso (g) dei tag, dei vetrini e dei sistemi vetrino+adesivo+tag

		H = F-A	I = G-B	L = H/A x100	M = I/B x100	N = C-E
Adesivo	N°	differenza peso vetrino (dopo-prima stacco)	differenza peso tag (dopo-prima stacco)	differ. % peso vetrino (dopo-prima stacco)	differ. % peso tag (dopo-prima stacco)	differenza peso vetrino+adesivo+tag (prima-dopo stufa)
Paraloid in acetone al 30%	15	0,0019	-0,0001	0,04	-0,05	0,0035
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	16	0,0020	0,0002	0,04	0,09	0,0083
Epossidica	17	0,0052	-0,0009	0,11	-0,42	0,0009
Vinavil	18	0,0061	-0,0007	0,13	-0,31	0,0083
Plextol B 500	19	0,0002	0,0098	0,00	4,50	0,0093
Silicone	20	0,0172	-0,0005	0,36	-0,23	0,0011
Adesivo tag	21					

Tabella 14 – MT special 2K 8.5 – variazioni in peso (g) dopo rimozione dei tag dai vetrini

Legenda: stacco del Tag dal vetrino - 1: facile, 2: difficile, 3: impossibile, 4: con solvente, 5: lama calda, 6: rottura TAG

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

		A	B	C	D = C-A-B	E	F	G	Facilità rimozione
Adesivo	N°	vetrino	tag	vetrino+adesivo+tag (t.q.)	adesivo applicato	vetrino+adesivo+tag (dopo stufa)	Vetrino (dopo stacco)	Tag (dopo stacco)	
Paraloid in acetone al 30%	22	4,8440	1,3921	6,2635	0,0159	6,2476			6, 3
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	23	4,8386	1,4505	6,3216	0,0258	6,2958	4,8385	1,4567	2
Epossidica	24	4,8375	1,4198	6,2844	0,0002	6,2842			3
Vinavil	25	4,8421	1,4704	6,3602	0,0275	6,3327			3
Plextol B 500	26	4,8269	1,3459	6,2293	0,0268	6,2025	4,8257	1,3665	2, 4 (acetone)
Silicone	27	4,7795	1,3960	6,2255	0,0031	6,2224			5, 6
Adesivo tag	28								

Tabella 15 – D 14 Tag special – peso (g) dei tag, dei vetrini e dei sistemi vetrino+adesivo+tag

		H = F-A	I = G-B	L = H/A x100	M = I/B x100	N = C-E
Adesivo	N°	differenza peso vetrino (dopo-prima stacco)	differenza peso tag (dopo-prima stacco)	differ. % peso vetrino (dopo-prima stacco)	differ. % peso tag (dopo-prima stacco)	differenza peso vetrino+adesivo+tag (prima-dopo stufa)
Paraloid in acetone al 30%	22					
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	23	-0,0001	-0,0062	0,00	-0,43	0,0258
Epossidica	24					
Vinavil	25					
Plextol B 500	26	-0,0012	0,0206	-0,02	1,53	0,0268
Silicone	27					
Adesivo tag	28					

Tabella 16 – D 14 Tag special – variazioni in peso (g) dopo rimozione dei tag dai vetrini

Legenda: stacco del Tag dal vetrino - 1: facile, 2: difficile, 3: impossibile, 4: con solvente, 5: lama calda, 6: rottura TAG

Tecnologia RFID per i Beni Culturali - Relazione ISCR fase sperimentale 1

M. Coladonato, A. Di Giovanni, G. Sidoti

		A	B	C	D = C-A-B	E	F	G	Facilità rimozione
Adesivo	N°	vetrino	tag	vetrino+adesivo+tag (t.q.)	adesivo applicato	vetrino+adesivo+tag (dopo stufa)	Vetrino (dopo stacco)	Tag (dopo stacco)	
Paraloid B72 30% in acetone	29	4,7871	0,2033	4,9986	0,0082	4,9934			3
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	30	4,7731	0,2029	4,9834	0,0074	4,9770	4,7659	0,2058	2, 4 (etanolo)
Epossidica	31	4,6953	0,2101	4,9089	0,0035	4,9088			3
Vinavil	32	4,6605	0,2054	4,8748	0,0089	4,8694			3
Plextol	33	4,6269	0,2042	4,8437	0,0126	4,8378	4,6223	0,2076	2, 4 (acetone)
Silicone	34	4,6413	0,2042	4,8570	0,0115	4,8560	4,6474	0,2090	1
Adesivo tag	35								

Tabella 17 - D 6.7 special 2K – peso (g) dei tag, dei vetrini e dei sistemi vetrino+adesivo+tag

		H = F-A	I = G-B	L = H/A x100	M = I/B x100	N = C-E
Adesivo	N°	differenza peso vetrino (dopo-prima stacco)	differenza peso tag (dopo-prima stacco)	differ. % peso vetrino (dopo-prima stacco)	differ. % peso tag (dopo-prima stacco)	differenza peso vetrino+adesivo+tag (prima-dopo stufa)
Paraloid B72 30% in acetone	29					
Mowital B 60 HH 30% in EtOH	30	-0,0072	0,0029	-0,15	1,43	0,0029
Epossidica	31					
Vinavil	32					
Plextol	33	-0,0046	0,0034	-0,10	1,67	0,0059
Silicone	34	0,0061	0,0048	0,13	2,35	0,0048
Adesivo tag	35					

Tabella 18 - D 6.7 special 2K – variazioni in peso (g) dopo rimozione dei tag dai vetrini

Legenda: stacco del Tag dal vetrino - 1: facile, 2: difficile, 3: impossibile, 4: con solvente, 5: lama calda, 6: rottura TAG

I risultati in colonna D, relativi ai grammi di adesivo usato per incollare i tag sui vetrini, permettono di valutare le interazioni tenendo conto delle quantità di singolo adesivo impiegate.

I risultati nelle colonne H e I, relativi alle differenze di peso dei vetrini e dei tag dopo il reciproco distacco, permettono di valutare la ripartizione dell'adesivo sui tag e sui vetrini.

I risultati nelle colonne L e M indicano le variazioni percentuali in peso dei vetrini e dei tag dopo lo stacco.

I risultati in colonna N sono indicativi della quantità di solvente evaporato dall'adesivo.

4-DISCUSSIONE DEI RISULTATI

4.1-Misure colorimetriche – valori di ΔE

I valori di ΔE (vedi nota 4) riportati nelle tabelle 1, 2, 3 - relativi alle variazioni di colore dei tag “DEL MONTI snc lin 600-p III”, “LABEL 1836 SPECIAL” e “D14 Tag special 2 K” avvenute dopo immersione di 24 h nei solventi – rendono un'idea delle variazioni dello stato di conservazione delle superfici dal punto di vista cromatico: a valori più alti di ΔE corrispondono variazioni più elevate.

LABEL 1836 SPECIAL: presenta il ΔE più alto in assoluto rispetto agli altri tag, con una sensibilità più elevata verso i solventi completamente apolari come l'isoottano:

solvente	ΔE
isopropanolo	1,82
etanolo	4,25
acqua	4,93
isoottano	7,70

Gli altri solventi hanno reso impossibile effettuare le misure di colore a causa della “distruzione” dei tag stessi a seguito del trattamento (vedi figura 8), probabilmente a causa delle forti interazioni con acetone e MEK, solventi a polarità intermedia presenti anche nelle miscele S7, S8, S9.

DEL MONTI snc lin 600-p III: il valore massimo di ΔE – ottenuto con l'etanolo - è pari a 2,73, circa 3 volte inferiore al valore massimo di ΔE del tag “LABEL 1836 SPECIAL”; la miscela S8 – TaCo A, l'isopropanolo e l'acqua sembrano indurre variazioni minori di ΔE , tra 1,10 e 1,70.

Gli altri solventi hanno reso impossibile effettuare le misure di colore a causa della deformazione dei tag stessi a seguito del trattamento (vedi figura 7), probabilmente a causa delle forti interazioni con acetone e MEK, solventi a polarità intermedia presenti anche nelle miscele S7, S8, S9.

D14 Tag special 2 K: nessuno dei solventi sperimentati ha distrutto i tag “”, i quali mostrano le variazioni cromatiche minori: l'etanolo induce un ΔE pari a 2,41, il diluente nitro pari a 0,97, gli altri oscillano tra 0,16 e 0,42.

I diversi comportamenti - rispetto ai solventi - dei tre tipi di tag sottoposti a misure colorimetriche dipendono dai differenti materiali polimerici di rivestimento, ma non solo: possono essere importanti anche altri fattori, quali la complessa polimericità e la morfologia come nel caso del tag “LABEL 1836 SPECIAL” o la struttura e la morfologia come nel caso del tag “DEL MONTI snc lin 600-p III”, costituito da una sottile pellicola (con film adesivo) che ingloba il microchip, ad alto sviluppo superficiale in rapporto alla massa.

4.2-Variazioni di peso a seguito dell'immersione dei tag in solvente

La prolungata immersione dei tag nei diversi solventi ha avuto lo scopo di delineare quali fenomeni degradativi potesse tendenzialmente indurre il contatto prolungato dei solventi rilasciati dagli adesivi con il materiale sintetico dei tag in caso di permanenza per ritenzione.

DEL MONTI snc lin 600-p III

Dai valori in tabella 4 si nota una consistente diminuzione di peso dei tag dopo il trattamento con i tutti i singoli solventi o miscele: questo può essere spiegato con il rilascio in soluzione da parte del rivestimento polimerico, superiore all'eventuale ritenzione dei solventi nei tag. Le maggiori variazioni % di peso (14,2% - 20,5%) si hanno per i tag trattati con le miscele S7, S8, S9 e con i solventi puri acetone e MEK, questi ultimi due - a media polarità - presenti anche nelle suddette miscele; le minori variazioni % in peso (1,7% - 3,7%) si hanno per l'etanolo e l'isopropanolo, solventi organici polari; l'acqua, solvente più polare, provoca una perdita % in peso del 9,1% che può essere spiegata con la solubilizzazione dell'adesivo presente su una superficie del tag.

Perdita in peso del tag: S8>ACETONE=MEK=S9>S7>H₂O>I-OTTANO>IPA> EtOH

LABEL 1836 SPECIAL

Dai valori in tabella 5 si nota la tendenza una diminuzione di peso dei tag con quasi tutti i solventi, tranne per l'etanolo e l'acqua, i due solventi più polari della serie, per i quali si ha un aumento di peso del tag dopo immersione. Le maggiori variazioni % di peso (4,8 %) – comunque minori rispetto al DEL MONTI snc lin 600-p III - si hanno per i tag trattati con le miscele S7, S8, S9 e con i solventi puri acetone e MEK, questi ultimi due - a media polarità - presenti anche nelle miscele S7, S8 e S9. L'aumento di peso dei tag trattati con etanolo e acqua - i solventi più polari – può essere spiegato con la ritenzione dei due solventi nei tag, fenomeno che contrasterebbe l'eventuale rilascio in soluzione da parte del rivestimento polimerico.

Perdita in peso del tag: ACETONE=MEK=S8>S7>IPA=S9>I-OTTANO

Aumento di peso del tag: EtOH>H₂O

MT special 2K 8.5

Dai valori in tabella 6 si rileva che le variazioni % in peso dei tag sono basse con tutti i solventi e le miscele, con una tendenza dei tag a ritenere leggermente i liquidi: il maggior aumento % in peso del tag (0,39%) si rileva per la miscela S8.

D14 Tag special 2 K

Dai valori in tabella 7 si rileva una tendenza dei tag a non ritenere o ritenere leggermente i solventi e le miscele; ciò si può giustificare con un'interazione assente o molto debole e senza prevalenza di rilascio di materiale in soluzione o di ritenzione di solvente nel polimero. L'unico solvente che induce una diminuzione di peso del tag (18,5%) è l'isopropanolo, per rilascio di materiale in soluzione.

D 6.7 special 2K

Dai dati di tabella 8 si registra la tendenza dei tag a una leggerissima diminuzione % di peso dopo il trattamento con IPA, isottano, acqua e le miscele S8 e S9, fenomeno interpretabile con il rilascio di materiale in soluzione. Etanolo, MEK e il diluente nitro S7 inducono un leggerissimo aumento % in peso del tag, spiegabile con l'effetto della ritenzione dei solventi maggiore dell'eventuale solubilizzazione del materiale di rivestimento.

Le variazioni di peso dei tag dopo trattamento con i solventi sono correlabili alla composizione dei materiali di rivestimento. In tabella 19 sono riportati i componenti polimerici di rivestimento e la aree di contatto, come riportato nelle schede tecniche (appendice).

Tag	Materiale di rivestimento	Area di contatto (mm ²)
DEL MONTI snc lin 600-p III	PET	615
LABEL 1836 SPECIAL	PU	760
MT special 2K 8.5	PEEK, EP, inlet mixed FERRITE EP	227
D14 Tag special 2 K	EP, GF reinforced	707
D 6.7 special 2K	EP, GF reinforced	141

Tabella 19 – materiale di rivestimento e area di contatto dei tag

Il comportamento dei diversi materiali polimerici rispetto ai solventi organici è compatibile con quanto riportato in letteratura relativamente alla loro solubilità nei solventi stessi: le resine epossidiche, specie se rinforzate, interagiscono pochissimo, al contrario dei poliesteri e del poliuretano, componenti rispettivamente dei tag “DEL MONTI snc lin 600-p III” e “LABEL 1836 SPECIAL”, per i quali probabilmente sono importanti anche la struttura e la morfologia.

4.3-Variazioni di peso dopo applicazione-rimozione su vetrino dei tag mediante adesivi

Il controllo del peso dei tag, dei vetrini e del sistema tag/adesivo/vetrino prima e dopo l'applicazione e la rimozione dei tag consente di avere dati oggettivi della quantità di adesivo usato e di quanto ne rimane - dopo invecchiamento accelerato per 15 giorni a 38°C - sui tag e sui vetrini dopo la rimozione. Le variazioni di peso dei vetrini e dei tag dopo lo stacco forniscono notizie utili sulla tendenza dei singoli adesivi a interagire con il supporto e con il tag. Generalmente si ha, con buona approssimazione, il bilanciamento delle sommatorie dei pesi tra prima e dopo lo stacco dei tag dai vetrini, includendo anche la quantità di solvente. Per i tag con una superficie di contatto più grande si ottiene una maggiore omogeneità di peso e di distribuzione dei diversi adesivi applicati e in questo senso le eventuali differenze contribuiscono a interpretare le diverse prestazioni ottenute.

DEL MONTI snc lin 600-p III

Dai dati e dai risultati riportati nelle tabelle 9 e 10 si osserva, dopo lo stacco, quanto segue: resta sempre del materiale sulla superficie dei vetrini, tranne per i tag con l'adesivo già predisposto. Nel caso dell'adesivo epossidico la quantità di sostanza rimasta sul vetrino è maggiore dell'adesivo inizialmente applicato; in questo caso si può supporre che sia rimasta sul vetrino anche una parte del tag, come confermato dal risultato in colonna I relativo al tag trattato con adesivo epossidico.

- il Paraloid si ripartisce più sul tag che sul vetrino
- il Mowital rimane completamente soltanto sul tag
- l'Epossidica rimane solo sul vetrino, asportando anche parte del tag
- il Vinavil rimane solo sul vetrino, asportando anche parte del tag
- il Plextol rimane completamente soltanto sul tag
- il Silicone si ripartisce maggiormente sul vetrino che sul tag
- l'adesivo già predisposto nel tag rimane sul vetrino, con diminuzione del peso del tag di cui faceva parte l'adesivo stesso.

LABEL 1836 SPECIAL

Dai dati e dai risultati riportati nelle tabelle 11 e 12 si osserva, dopo lo stacco, quanto segue: per il vetrino trattato con il Silicone si ha la quantità maggiore di aumento di peso, seguito dal Vinavil; il vetrino trattato con l'adesivo epossidico diminuisce di peso, anche se di poco, coerentemente con l'aumento in peso del tag interessato. Anche in questo caso la quantità applicata di adesivo è stata maggiore per il Vinavil, di poco superiore al Mowital.

- il Paraloid si ripartisce più sul tag che sul vetrino
- il Mowital si ripartisce più sul tag che sul vetrino
- l'Epossidica rimane maggiormente sul tag, asportando anche parte del vetrino
- il Vinavil rimane più sul vetrino, asportando anche parte del tag
- il Plectol si ripartisce più sul tag che sul vetrino
- il Silicone si ripartisce maggiormente sul vetrino che sul tag
- l'adesivo già predisposto nel tag rimane sul vetrino, con diminuzione del peso del tag di cui faceva parte l'adesivo stesso.

MT special 2K 8.5

Dai dati e dai risultati riportati nelle tabelle 13 e 14 si osserva, dopo lo stacco, quanto segue:

- il Paraloid rimane sul vetrino asportando anche piccola parte del tag
- il Mowital si ripartisce più sul vetrino che sul tag
- l'Epossidica rimane sul vetrino asportando parte del tag
- il Vinavil rimane sul vetrino asportando parte del tag
- il Plectol si ripartisce molto più sul vetrino che sul tag
- il Silicone rimane sul vetrino asportando parte del tag.

D14 Tag special 2 K

Dai dati e dai risultati riportati nelle tabelle 15 e 16 si osserva, dopo lo stacco, quanto segue:

- il dato relativo al Mowital non è interpretabile in quanto si ha una diminuzione di peso sia per il vetrino che per il tag, come con perdita di materiale di entrambi e scomparsa dell'adesivo
- il Plectol rimane maggiormente sul tag, il vetrino diminuisce di peso

I tag trattati con gli altri adesivi non sono stati separabili dal vetrino o sono stati distrutti

D 6.7 special 2K

Dai dati e dai risultati riportati nelle tabelle 17 e 18 si osserva, dopo lo stacco, quanto segue:

- il Mowital rimane completamente sul tag e il peso del vetrino diminuisce
- il Plectol rimane maggiormente sul tag, il vetrino diminuisce di peso
- il Silicone si ripartisce in misura maggiore sul vetrino rispetto al tag.

5-Conclusioni

5.1-Contatto con solventi

La prolungata immersione dei tag nei diversi solventi ha avuto lo scopo di delineare la tendenza a fenomeni di alterazione e degrado per il contatto con i solventi rilasciati dagli adesivi.

La valutazione delle variazioni di colore delle superfici – paragrafo 4.1 - dei tre tipi di tag sottoposti a immersione nei solventi risulta limitata dal fatto che i tag “Label 1836 special” e “Del Monti snc lin600-pIII” presentano un’alta degradabilità nei confronti di alcuni solventi, quindi non è stato possibile eseguire la misura strumentale di colore dopo il trattamento. Si può affermare che il tag “D14 special 2 K”, che non ha subito interazioni aggressive da parte di alcun solvente, è anche quello – tra i tre tipi - che presenta il valore minore di ΔE , a conferma della minima interferenza ricevuta; relativamente ai soli provini della serie rimasti intatti, il tag “Label 1836 special” ha il valore massimo di ΔE e “Del Monti snc lin600-pIII” il valore intermedio.

Dalle considerazioni riportate nel paragrafo 4.2 si può rilevare che le maggiori variazioni di peso dei tag sono indotti dai solventi a media polarità – acetone, MEK e miscele S7, S8, S9 che li contengono – mentre il solvente a bassa polarità isottano produce variazioni di peso minime. I solventi a alta polarità - acqua, etanolo e isopropanolo - tendono a essere ritenuti, con aumento di peso del tag.

Quanto verificato per le variazioni di peso concorda – paragrafo 3.1 - con l’osservazione dello stato di conservazione dei diversi tag dopo il trattamento con i solventi: il maggior degrado immediato si ha con i solventi e con le miscele a media polarità. Non è escluso che i solventi più polari, con tendenza a essere ritenuti nei tag, non possano indurre nel tempo fenomeni di degrado al momento non visibili.

I tag Label 1836 special e Del Monti snc lin600-pIII hanno la maggiore tendenza a degradarsi a contatto con i solventi.

5.2-Contatto con gli adesivi

Non è immediato un confronto omogeneo dei risultati delle operazioni di stacco tag-vestrino tra le diverse tipologie di tag, a causa delle differenti superfici di contatto e delle composizioni del materiale polimerico dei tag.

Il tag “Del Monti snc lin 600-pIII” si è agevolmente staccato meccanicamente con tutti gli adesivi tranne con resina epossidica e Vinavil, per i quali si sono avute difficoltà maggiori.

Il tag “Label 1836 special” si è staccato meccanicamente con difficoltà con tutti gli adesivi tranne con Paraloid, Mowital e il suo adesivo, per i quali non si sono avute difficoltà.

Il “Mini tag special 2K 8.5” si è agevolmente staccato meccanicamente con tutti gli adesivi tranne con resina epossidica ricorrendo alla lama di bisturi scaldata.

E’ stato possibile staccare i tag “D14 tag special 2 K” e “D6.7 special 2 K” incollati con Mowital (mediante etanolo), Plextol (mediante acetone) e Silicone (meccanicamente); per tutti gli altri adesivi il distacco è stato impossibile.

In generale il Mowital, il Plextol e il Silicone hanno permesso sempre il distacco del tag dal vetrino; i primi due rimangono preferenzialmente più sul tag che sul vetrino, mentre il silicone rimane più sul vetrino.

Il paraloid rimane preferenzialmente sul tag.


Il vinavil rimane più sul vetrino.

L’epossidica rimane tendenzialmente più sul vetrino.


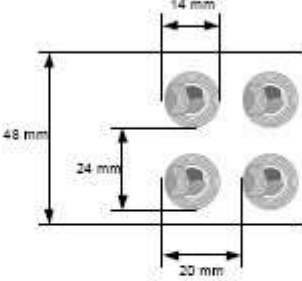
I risultati e le valutazioni fin qui riportate sono di indirizzo per la successiva fase sperimentale 2, nella quale si applicheranno i tag sulle diverse tipologie di supporti rappresentative dei beni artistici. Nel frattempo si è iniziata, sulla base di quanto fin qui descritto, una sperimentazione con un adesivo preparato con un polimero solubile in solvente completamente apolare. Si è infine in attesa delle importanti indicazioni delle eventuali interferenze elettroniche dei solventi e degli adesivi sui tag esaminati.

APPENDICE

DEL MONTI snc lin 600-p III



INLAY HF – IN600

Inlay Layout and Dimensions

	IN600
Antenna diameter	14 mm ± 0.2 mm (0.55 ± 0.01 in)
Widthwise pitch	24 mm ± 0.2 mm (0.94 ± 0.01 in)
Lengthwise pitch	20 mm ± 0.2 mm (0.79 ± 0.01 in)
Web width	48 mm ± 0.2 mm (1.89 ± 0.01 in)

Inlay Composition

Composition	Material	Thickness* [µm]
Top	Aluminium	30
Support	Polyester PET	38
Bottom	Aluminium	30
Adhesive	PSA	25
Protective layer	Polyester PET	12

* Overall thickness depends on the IC. For IC thickness please refer to the "Available ICs" table

Available ICs

	NXP ICODE SLI-S ICS54	NXP ICODE SLI-L ICS51	EM-MARIN 4135	ST LR12K
Product code	IN600-P3LS	IN600-PLLL	IN600-EM86	IN600-LR2K
Operating frequency	13.56 MHz	13.56 MHz	13.56 MHz	13.56 MHz
Standard compliance	ISO 15693 ISO 18000-3	ISO 15693 ISO 18000-3	ISO 15693 ISO 18000-3	ISO 15693 ISO 18000-3
Thickness	150µm ± 15µm	150µm ± 15µm	280µm	180µm ± 15µm
Operating temperature	-25°C to +85°C	-25°C to +85°C	-25°C to +85°C	-20°C to +85°C
Storage temperature	-55°C to +140°C	-55°C to +140°C	-55°C to +140°C	na
Unique serial number	8 bytes	8 bytes	8 bytes	8 bytes
Memory size	2048 bits	512 bits	2432 bits	2048 bits
Memory organization	16 pages with 4 blocks of 4 bytes	16 blocks of 4 bytes	38 blocks of 8 bytes	64 blocks of 4 bytes
Write endurance	10 years	10 years	10 years	40 years
Data retention	100 000 cycles	100 000 cycles	100 000 cycles	1 000 000 cycles

General supply conditions

Reel dimensions	Internal diameter	76 mm
	External diameter	300 mm
Reel quantity	Inlay per reel	10 000 ± 10% (custom sizes available upon request)

© 2008 LAB ID srl Italy – IN600.doc Rev. 2.1 September 08

LAB ID reserves the right to change or to discontinue its products at any time without notice.
For more information, contact the sales office. Contacts can be found on our web site at <http://www.lab-id.com>

LABEL 1836 SPECIAL

PRODUCT DATASHEET

iID® RFID Transponder

LABEL 1836special

13.56 MHz transponder for industrial applications:

- part and equipment tagging
- especially designed for maintenance applications
- optional barcode printings and TAG initialization
- TAG on metal possible

This transponder package is available with different chip types. They are integral part of microsensys iID system solution. Lens form transponder devices are very useful for product identification in industry and administration especially for tagging of metal objects.

microsensys offers an attractive component platform for closed coupling RFID solutions.



microsensys
RFID in motion

copyright by microsensys
this data sheet is subject to change
microsensys GmbH – In der Hochstraße Ecke 2 - D 99088 Erfurt
TEL +49-361-595740 contact us for latest information
MAIL info@microsensys.de

Carrier Frequency:	13.56 MHz		
Technology:	RFID system iID®2000, closed coupling, based on ISO 15693		
Memory:	read write type: EEPROM, endurance >100.000 cycles, data retention > 10 years, ID-No and user OTP possible		
Comm. Distance:	up to 30 mm, dependent on reader antenna and metal environment		
Dimensions:	approx. 20 x 38 mm ² , max. TH 2.0 mm limited flexible (minimum bend radius 50mm)		
Case Material:	chip in multi ferrite layer packaging, front side clear PU, hermetically encapsulation		
Mounting Instructions:	self adhesive, direct using on metal possible		
Packaging Units:	.680 type		as bulk material
	.686 type	on 181 x 288,4 mm page,	28 pieces per page
Optional Services:	graphic printing (customer logo, bar code, running number) memory personalization and initialization		
Operating Temperature:	-25°C ... +65°C		
Storage Temperature:	-25°C ... +80°C		
Protection Class:	IP64		
Appropriate RFID Reader:	PEN reader, UNI13, POCKET mini, CFC reader, M30 HEAD and more		
HOST Command Set:	see actual API documentation of microsensys iID driver engine or data sheets of silicon chip manufacturer		

TAG Types	13.42.681.00	13.63.680.00*	13.61.680.00*
System:	ISO 15693	ISO 15693	ISO 15693
Chip Type:	I-CODE SLI	my-D	my-D
Memory Capacity	1k RW	2k RW	10k RW
Comm. Rate	26,4	26,4	26,4
Comm. Distance	20	25	25
			bit kbps mm

measured with P13 reader antenna type, *) on inquiry

MT special 2K 8.5


iID[®] transponder
Product Data Sheet

MINI-TAGspecial 8.5


13.56 MHz transponder, 2kbit or 16kbit EEPROM read write, for using flat in metal and under harsh environment conditions

This special transponder package is available with different chip types based on ISO 15693. The packaging is especially designed for using flat in metal.

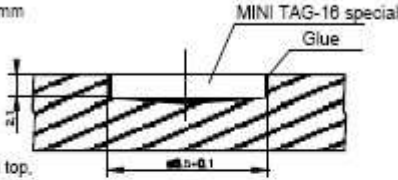
The MINI-TAGspecial 16kbit is using successful in industrial applications over 7 years. microsensys offers an attractive component platform for closed coupling RFID solutions.



DM 15.00.502



Technology:	RFID system iID [®] 2000 closed coupling, 13.56 MHz, based on ISO 15693		
Memory:	EEPROM, endurance >100.000 cycles, data retention >10 years ID-No and user OTP possible		
Carrier Frequency:	13.56 MHz		
Communication Distance:	0 ... 5 mm dependent on reader antenna and metal environment		
Type :	15.32.502	15.53.502	15.54.502*
System:	ISO 15693	ISO 15693-2	
Chip Type:	iID-M	iID-G	
Communication Rate:	26.4	26.4	kbps
Memory Capacity:	2,000	16,000	32,000 bit
Operating Distance:	3	2,5	2,5 mm
	with K3 PEN reader antenna, flat in metal, low power mode		

Dimensions:	D 8.5 +/-0.1 mm, TH 2.0 mm		
Casing Material:	PEEK, epoxy, inlet mixed ferrite epoxy		
Mounting Instructions:	<div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p>using flat in metal possible, plane and printed side on top, recommended glue: 2K-EP "plus endfest 300" UHU GmbH Germany</p>		
Operating Temperature:	-25°C ... +65°C		
Storage Temperature:	-45°C ... +150°C		

Appropriate RFID Reader:	PEN reader	with RS232TTL, USB, Compact Flash Card interface or Bluetooth interface
	M12 HEAD	Industrial 13.56 MHz read write unit with M12 antenna for microsensys OEM partner only

HOST Command Set: see actual API documentation of microsensys iID driver engine




*) In development

this data sheet is subject to change

MICROSENSYS GmbH, in der Hochstedter Ecke 2, D 99098 Erfurt
Tel. +49-361-598740, Fax +49-361-5987417, e-mail: info@microsensys.de

contact microsensys for latest information
copyright by microsensys
...TAGs\ MINI-TAGsp85-04g.doc

D14 Tag special 2 K

iID[®] transponder			
Product Data Sheet			
D14-TAGspecial			DM 12.00.550
<p>13.56 MHz transponder, from 64bit read only up to 256kbit EEPROM read write, in mid size half lens form, TAG on metal</p> <p>This transponder package is available with different chip types based on ISO 15693 or 14443. They are integral part of <i>microsensys</i> iID system solution.</p> <p>Lens form transponder devices are very useful for product identification in industry and administration especially for tagging of metal objects. <i>microsensys</i> offers an attractive component platform for closed coupling RFID solutions.</p> <p align="right">picture: DM 12.32.550</p>			
Technology:	RFID system iID [®] 2000 closed coupling, 13.56 MHz, based on ISO 15693		
Memory:	read only type: laser programmed ROM read write type: EEPROM, endurance >100.000 cycles data retention >10 years		
Carrier Frequency:	13.56 MHz		
Communication Distance:	0 ... 15 mm, dependent on chip type, reader antenna and metal environment		
Type :	12.32.550	12.53.550	
System:	ISO 15693 RTF, iID2000	ISO 15693-2 RTF, iID2000	
Chip Type:	iID-M	iID-G	
Communication Rate:	26.4	26.4	kbps
Memory Capacity:	2k RW	16k RW	bit
Communic. Distance:	10	10	mm
	measured with P13 reader antenna type		
Packaging:	multi layer plastic package, front side black EP (laser printed)		
Dimensions:	approx. D 15 mm, max. TH 2.5 mm,		half lens case
Mounting Instructions:	direct using on metal		
Operating Temperature:	-25°C ... +85°C		
Storage Temperature:	-45°C ... +125°C (180°C for short time)		
Appropriate RFID Reader:	PEN reader CFC reader HEAD reader UNI13-Q20	with RS232TTL, USB, CFC or Bluetooth interface, for PDA with Compact Flash Card interface with RS232TTL, RS485 or USB for industrial application RFID read write module, for <i>microsensys</i> OEM partner only	
HOST Command Set:	see actual API documentation of <i>microsensys</i> iID driver engine or data sheets of silicon chip manufacturer		
<p><small>glossary: OTP one time programmable, TTF tag talk first, RTF reader talk first, RW read/write, RO read only, RFID radio frequency identification, D diameter, TH thickness, EP epoxy, GF glass fiber reinforced</small></p>			
<p><small>This data sheet is subject to change MICROSENSYS GmbH, In der Hochstedter Ecke 2, D 99098 Erfurt Tel. +49-361-596740, Fax +49-361-5967417, e-mail: info@microsensys.de</small></p>		<p><small>contact <i>microsensys</i> for latest information copyright by <i>microsensys</i> ...(TAGs) D14-TAGsp-03_exg.doc</small></p>	

D 6.7 special 2K

iID[®] transponder
Product Data Sheet

D6.7-TAGspecial

**13.56 MHz transponder,
64bit read only,
2kbit and 16kbit EEPROM read write,
in small half lens form, TAG on metal**

This transponder package is available with different chip types based on ISO 15693. They are integral part of microsensys iID system solution.

Lens form transponder devices are very useful for product identification in industry and administration especially for tagging of metal objects.
microsensys offers an attractive component platform for closed coupling RFID solutions.

picture: DM 10.53.550



DM 11.32.550 / 11.34.550
DM 11.53.550



Technology: RFID system iID[®] 2000
closed coupling, 13.56 MHz, based on ISO 15693

Memory: read only type: laser programmed ROM
read write type: EEPROM, endurance >100.000 cycles
data retention >10 years

Carrier Frequency: 13.56 MHz

Communication Distance: 0 ... 10 mm, dependent on chip type, reader antenna and metal environment

Type :	11.34.550	11.32.550	11.53.550	
System:	no ISO	ISO 15693	ISO 15693-2	
	TTF, iID2000	RTF, iID2000	RTF, iID2000	
Chip Type:	iID-N	iID-M	iID-G	
Communication Rate:	26.4	26.4	26.4	kbps
Memory Capacity:	64 RO	2k RW	16k RW	bit
Communic. Distance:	5	5	5	mm
	measured with P10 reader antenna type			

Packaging: multi layer plastic package, front side black EP
without product marking

Dimensions: approx. D 6.7 mm, max. TH 2.5 mm, half lens case

Mounting Instructions: direct using on metal possible,
plane side on metal
recommended glue: 2K-EP "plus endfest 300" UHU GmbH Germany

Operating Temperature: -25°C ... +85°C
Storage Temperature: -45°C ... +125°C (150°C for short time)

Appropriate RFID Reader: PEN reader with RS232TTL, USB, CFC or Bluetooth interface,
UNI13-Q20 RFID read write module, for microsensys OEM partner only

HOST Command Set: see actual API documentation of microsensys iID driver engine or data sheets of silicon chip manufacturer

glossary: OTP one time programmable, TTF tag talk first, RTF reader talk first, RW read/write, RO read only, RFID radio frequency identification,
D diameter, TH thickness, EP epoxy, GF glass fiber reinforced

this data sheet is subject to change
MICROSENSYS GmbH, In der Höchstedter Ecke 2, D 99098 Erfurt
Tel. +49-361-598740, Fax +49-361-5987417, e-mail: info@microsensys.de

contact microsensys for latest information
copyright by microsensys
...TAGs\ D6.7-TAGsp-01g.doc