

Centro Regionale di Competenza  
Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale

Università degli Studi di Napoli Federico II  
Dipartimento di Progettazione Urbana

# GUASc

Geographic, Urban, Architectural Scanner



*Manuale tecnico a cura di:*

Lilla Pagano  
Lucio Amato  
Carmela Lieto  
Claudia Melella  
Eduardo Mignone



Centro Regionale di Competenza  
Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale

Università degli Studi di Napoli Federico II  
Dipartimento di Progettazione Urbana

# GUASc

Geographic, Urban, Architectural Scanner

*Manuale tecnico a cura di:*

Lilia Pagano  
Lucio Amato  
Carmela Lieto  
Claudia Melella  
Eduardo Mignone

Centro Regionale di Competenza  
Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale  
Polo delle Scienze e delle Tecnologie  
Dipartimento di Scienze Fisiche  
C/o Facoltà di Ingegneria - Via Nuova Agnano, 11 - III Piano  
80125 - Napoli - Italy  
[www.amra.unina.it](http://www.amra.unina.it)  
[ambiente@na.infn.it](mailto:ambiente@na.infn.it)  
Telefono +39 081 76-85125/124/115  
Fax. +39 081 76-85144

*Autori*

Lilia Pagano, Lucio Amato, Carmela Lieto, Claudia Melella, Eduardo Mignone  
*Università degli Studi di Napoli Federico II*  
*Dipartimento di Progettazione Urbana*

Si ringraziano: Bagnoli Futura S.p.A. e l'ing. Giovanni Capasso per la gentile ospitalità; l'arch. Dario Conforti della Codevintech Italiana srl per i suoi contributi.

*Coordinamento editoriale*

**doppia**voce  
[www.doppiavoce.it](http://www.doppiavoce.it)

Copyright © 2005 Università degli Studi di Napoli Federico II – CRdC-AMRA

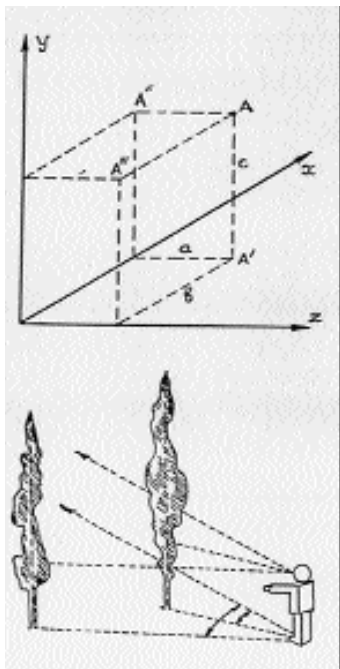
Tutti i diritti riservati  
È vietata ogni riproduzione

# Indice

Introduzione	5
Descrizione tecnica	7
Scansione e software Polyworks	9
Applicazioni	12



## Introduzione



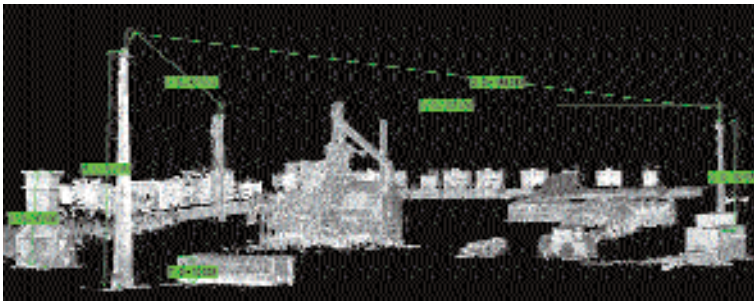
**Fig. 1.** K.A. Doxiadis, *The discovery of the ancient greek system of architectural spacing*, 1937.

Rilevare un'opera, un luogo urbano, un territorio, significa tentare di stringere da più punti la realtà "ricostruendola" per successive approssimazioni in un modello geometricamente misurabile e qualitativamente valutabile. La finalizzazione condiziona il processo stesso di rilevamento e quindi le scelte e i criteri che orientano l'iterazione di mirate scomposizioni e ricomposizioni della realtà. In ogni caso, il modello finale, virtuale e analogo, si configura come un'interpretazione della complessità della realtà.

Da sempre gli strumenti e le metodologie di rilevamento, sia semplici che complessi, si confrontano con la dialettica tra campo dell'ottica e campo della geometria, tra percezione e misura. Sistemi polari e cartesiani di lettura e misurazione dello spazio convivono nel corso della

storia, ma è soprattutto oggi, in relazione alle problematiche di decodificazione delle forme e delle relazioni dei contesti contemporanei, che si rende necessario affiancare alla scientificità della misura valutazioni qualitative determinate attraverso approcci induttivi di osservazione e rilevamento (riprese fotografiche, filmiche, schizzi, ecc.).

Rispetto a tutto questo, l'impiego del Laser Scanner 3D nella lettura e nella progettazione dell'architettura e del paesaggio urbano e naturale segna una vera e propria rivoluzione concettuale prima ancora che pratica. Ciò che è visibile a occhio nudo



**Fig. 2.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Nuvola di punti.

da una distanza non superiore ad 800 m è rilevabile e quindi misurabile. L'immagine si traduce in nuvole di punti con coordinate cartesiane. L'incontro tra *misura* e *percezione* è finanche sancito da un apposito software che plasma le riprese fotografiche sul modello tridimensionale.

Diviene in altri termini possibile "misurare" la percezione della realtà e si ribalta il procedimento del rilievo tradizionale.

La "clonazione" di porzioni di paesaggi in nuvole di punti o in modelli tridimensionali, analiticamente ispezionabili dalle diverse angolazioni visuali, consente di studiare ed estrapolare forme e relazioni della realtà fisica, fino alla traduzione immediata in *numeri* di rapporti qualitativi suggeriti da un approccio percettivo.

Solo in un secondo momento, in funzione degli obiettivi dell'operazione, si operano quelle scelte interpretative sui criteri di selezione e rappresentazione dei dati in grado di restituire le molteplici letture connaturate ai "pezzi" di realtà che le nuvole di punti riproducono fedelmente su scala ridotta e virtualmente gestibile.

In altri termini, se i metodi tradizionali di rilevamento assemblano progressivamente dati strutturali e percettivi tendendo alla costruzione di una sinergia sempre più esaustiva, qui tale sinergia costituisce la potenzialità del punto di partenza, una sorta di banca dati utilizzabile in vari modi.

## Descrizione tecnica

La tecnologia laser scanner non è nuova, vanta circa 30 anni. Tuttavia solo recentemente si sono aperti nuovi orizzonti riguardo alle sue applicazioni alla lettura dell'architettura e del territorio, grazie ai nuovi software e al raggiungimento di maggiori portate di ripresa con elevata precisione. I Laser Scanner Terrestri (TLS) associano specificità sia dei laser che dei radar. Del laser mutuano l'elevata direzionalità del raggio (collimazione) e la possibilità di generare impulsi di breve durata, del radar la capacità di localizzare un bersaglio. Il laser, come è noto, è un dispositivo che amplifica la luce producendo fasci luminosi monocromatici e coerenti, con frequenze dall'infrarosso all'ultravioletto.

Con il laser scanner ILRIS 3D della società canadese Optech diventa possibile operare fino a 800 m di distanza (su materiali con riflettività intorno al 20% tipica delle rocce) con uno strumento facilmente trasportabile (12 kg escluso il treppiede e le batterie) che può essere liberamente usato anche in ambienti urbani non interdetti grazie all'operatività del laser in classe 1 (ossia sicuro per gli occhi) in qualsiasi modalità di utilizzo (lunghezza d'onda 1500 nm, nel vicino infrarosso).

Lo scanner non necessita di computer esterno essendo incorporato un pentium PC104 oltre a una fotocamera digitale che permette di visualizzare ciò che si riprende. L'angolo di ripresa è un cono di 40°. L'allineamento delle singole scansioni non necessita di target. La maglia di scansione della nuvola di punti viene predefinita in funzione delle finalità del rilevamento e delle caratteristiche dell'oggetto; è inoltre possibile predeterminare zone più fitte nell'ambito della stessa finestra di scansione.

Il principio di rilevamento (2000 punti/secondo) è il calcolo del tempo di volo di un impulso laser (TOF, *time of flight*) tra il centro strumentale e il primo punto che il raggio incontra, e da cui viene riflesso; la distanza, insieme alla conoscenza dei due angoli di emissione del raggio, consente di determinare per coordinate polari ( $\phi$ ,  $\theta$ ) la posizione del punto in questione (Figura 3). Il valore della distanza risulta pari a:

$$z = \frac{1}{2} c\Delta t$$

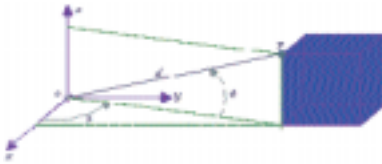


Fig. 3.

dove  $c$  rappresenta la velocità della luce e  $\Delta t$  il valore del tempo misurato in andata e ritorno. Nel caso del TLS la precisione è in relazione alla notevole capacità di collimazione del raggio (precisione in  $\phi$  e  $\theta$  dell'ordine del milliradiante) e alla possibilità di emettere impulsi a frequenza di qualche nanosecondo. Con la misurazione della distanza, questi strumenti sono in genere in grado di misurare anche la riflettanza di ciascun punto-oggetto alla frequenza propria del raggio (in genere nella zona spettrale dell'infrarosso). In realtà il risultato di una scansione è una nuvola di punti (DDEM, *dense data elevation model*), vale a dire un insieme di dati in forma  $(x, y, z, r)$  dove  $(x, y, z)$  sono le coordinate con centro strumentale e  $r$  caratterizza i corrispondenti valori di riflettanza. La riflettanza (EMR, *reflection of electromagnetic radiation*) di un bersaglio è descritta dal rapporto percentuale tra l'ampiezza del campo elettrico incidente e quello riflesso, ed è controllata dall'angolo di incidenza del raggio, dalla rugosità della superficie, nonché dalle proprietà intrinseche del materiale, in particolare, dalla permittività elettrica, dalla permeabilità magnetica e dalla conduttività. La riflettanza di un materiale incide anche sulla possibilità o non di localizzare un determinato bersaglio a una data distanza.

La Figura 4 mostra, nel caso dello scanner Optech Iris 3D, la distanza raggiungibile in relazione al valore di riflettanza.

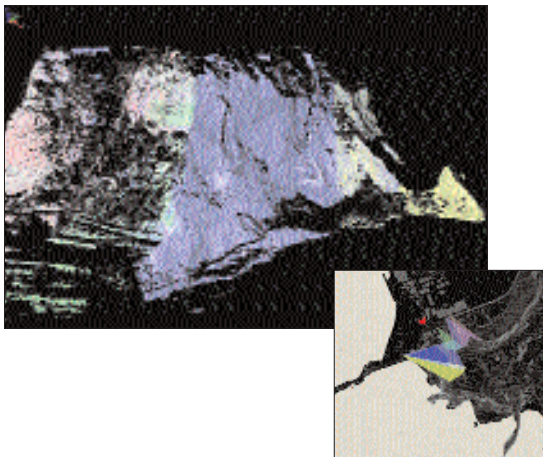


Fig. 4.

# Scansione e software Polyworks

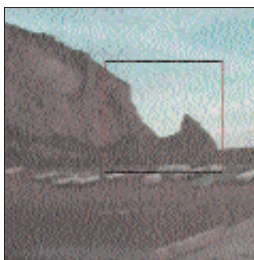
## Scansione

Inquadramento con individuazione delle zone di sovrapposizione



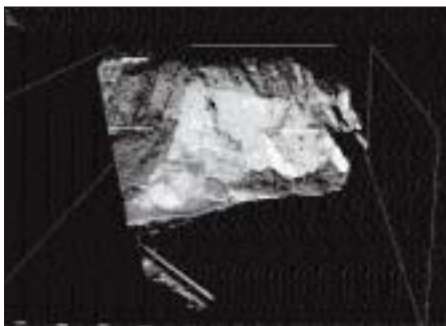
## Parser

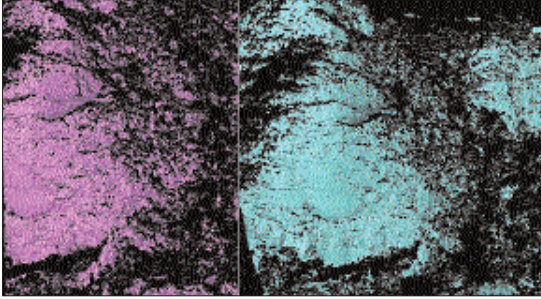
Decodifica i file formato i3d, generati dalla scansione



## Pifedit

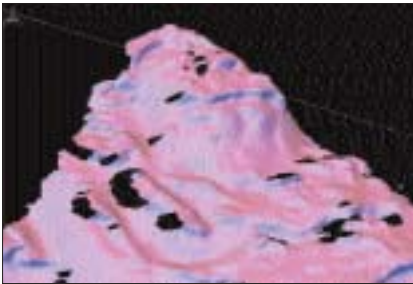
Visualizza la nuvola di punti





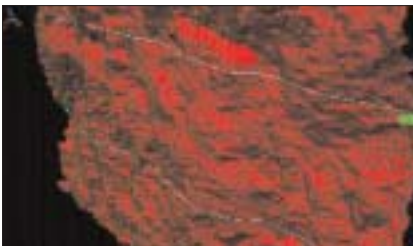
### **IMAlign**

Allineamento  
tramite punti  
omologhi senza la  
necessità di target  
artificiali



### **IMMerge**

Costruisce un  
modello triangolato  
ispezionabile con  
IMinspect o  
esportabile in dwg

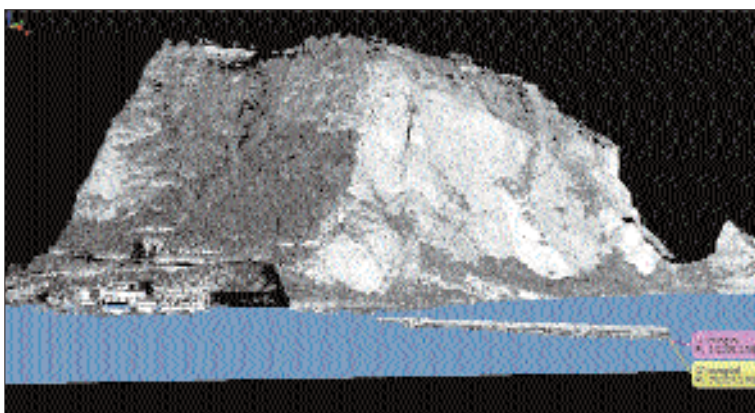
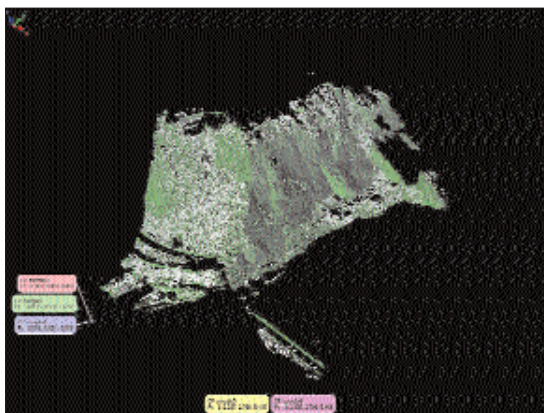
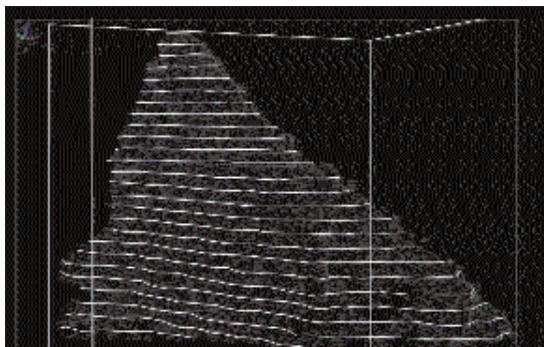


### **IMEdit**

Corregge anomalie  
di discontinuità del  
modello triangolato

### IMInspect

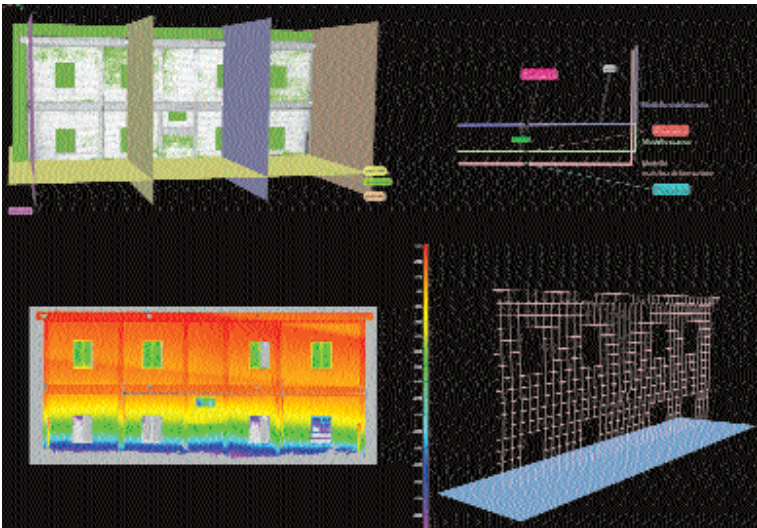
Consente di georeferenziare e ispezionare nuvole di punti e modelli esportabili in dwg



## Applicazioni

La caratteristica del Laser-scanner ILRIS 3D di poter operare da notevoli distanze consente di relazionare direttamente la scala edilizia con la scala urbana, paesistica e infrastrutturale mediante la costruzione di modelli tridimensionali "ispezionabili". Associando lo scanner alla fotografia, sono anche realizzabili ortofoto di precisione in tempi impensabili con processi di fotogrammetria classica.

Oltre al rilievo di manufatti artificiali e naturali altrimenti non accessibili (costoni, cave, viadotti, ponti, crolli, ecc.), diviene dunque oggi possibile ampliare dimensionalmente e concettualmente campi di sperimentazione già aperti da scanner di minore portata, ossia estendere al paesaggio operazioni di catalogazione, analisi, verifica e progettazione che finora potevano essere applicate solo alle "piccole scale" comprese tra scultura e singolo manufatto architettonico.

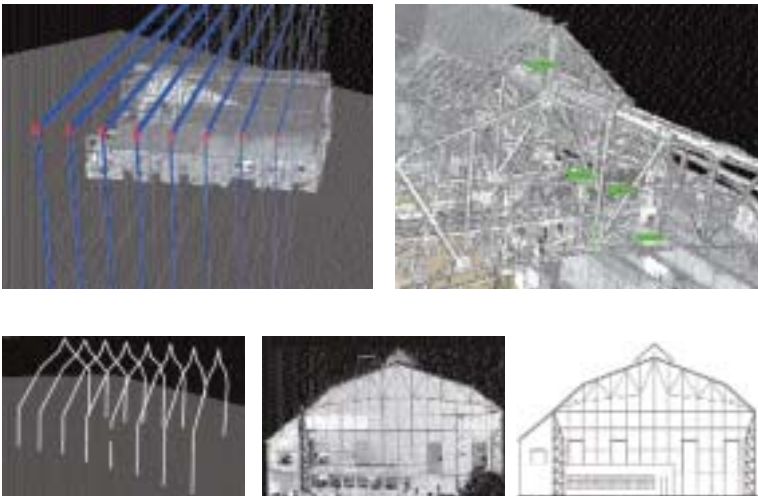


**Fig. 5.** Rilevamento di deformazioni e fessurazioni indotte su un edificio in c.a. e mattoni pieni.

In sintesi, si apre a una più vasta scala una nuova gamma di possibilità che investe direttamente ambiti e settori attivamente coinvolti nella gestione del territorio.

Ci si riferisce in particolare:

- all'**analisi di dissesti** dove il rilevamento di lesioni e cedimenti, funzionale a operazioni di restauro consolidamento e ripristino, si estende dalla scala del singolo edificio a opere infrastrutturali di varia natura, a dissesti geologici (distacchi, frane a scala paesistica), fino all'analisi di crolli in seguito a eventi calamitosi;
- alla **catalogazione** che dal tradizionale ambito dei beni artistici (che vede già l'utilizzo da parte del Ministero di scanner di ridotta portata) si proietta nella possibilità di creare vere e proprie banche dati di patrimoni e luoghi urbani a rischio o di siti archeologici e monumentali. Un vero e proprio salto concettuale nella costruzione di banche dati finalizzato alla salvaguardia e alla classificazione di caratteri architettonici e artistici che contrassegnano l'identità e la memoria di insediamenti a rischio;



**Figg. 6-10.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Centrale termica: nuvole di punti, sezioni parallele, restituzioni in autocad. Particolari di facciata e capriata.

- del tutto nuove e variegate appaiono infine le potenziali applicazioni dello scanner **al controllo e alla verifica della progettazione nella gestione del territorio**: operazioni di restauro e/o recupero, ricostruzioni relative a condizioni post catastrofe di rudere o semirudere di edifici o di parti di un tessuto edilizio; valutazioni di impatto ambientale intese come effettiva verifica dei rapporti tra nuovi manufatti, paesaggio naturale e/o preesistenze urbane; fino ad operazioni di riuso di aree industriali dismesse o a letture finalizzate alla riformulazione di contesti periferici contemporanei.

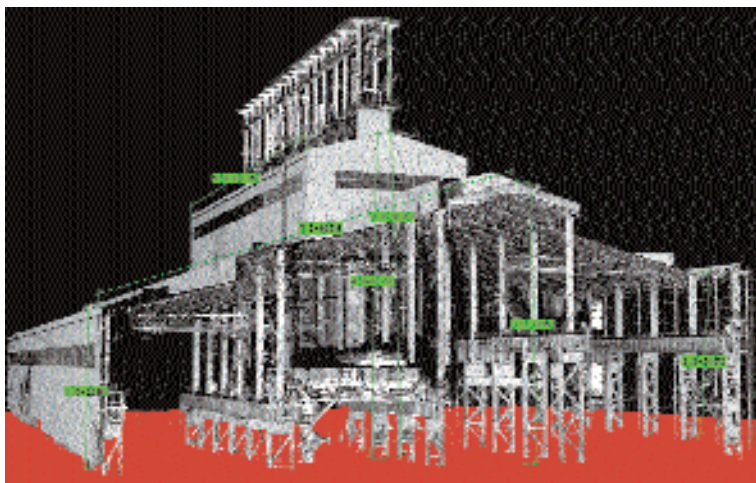
In sintesi, le maggiori potenzialità delle nuove strumentazioni sono insite proprio nel poter mettere in relazione i fenomeni alle varie scale attraverso la riproduzione, l'analisi, il confronto di "pezzi" di paesaggi: singoli edifici, piazze, scorci di insediamenti, emergenze geomorfologiche.



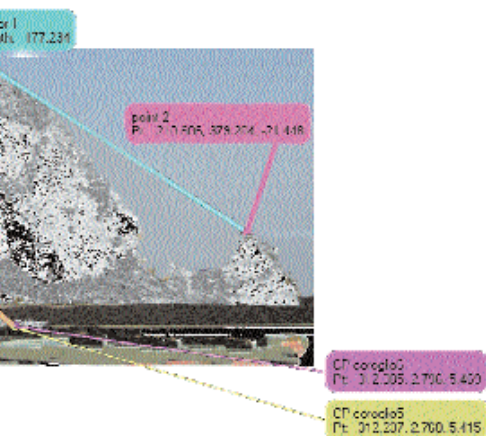
**Fig. 11.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Il costone di Coroglio: montaggio tra nuvole di punti e foto.



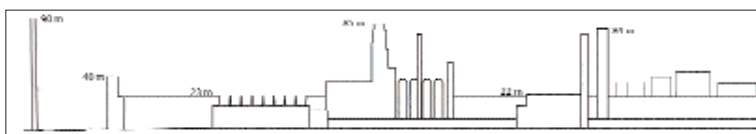
**Fig. 12.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Manufatti di archeologia industriale: nuvola di punti.



**Fig. 13.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Acciaiera: nuvola di punti.



**Fig. 14.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Altoforno: nuvola di punti.



**Fig. 15.** Area ex industriale Italsider, Bagnoli, Napoli. Restituzione in autocad delle relazioni proporzionali tra i manufatti di archeologia industriale.

Finito di stampare nel mese di giugno 2005  
presso Officine Grafiche Francesco Giannini & Figli S.p.A. – Napoli

I manuali del CRdC-AMRA 10