

# Analisi diacronica dell'evoluzione paesaggistica della Regione Lombardia

di Giovanni Lombardo e Gianluigi Salvucci

L'articolo presenta un'analisi diacronica dell'evoluzione paesaggistica della Regione Lombardia con strumenti gis per l'analisi quantitativa dell'evoluzione del suolo relativa ad epoche differenti.

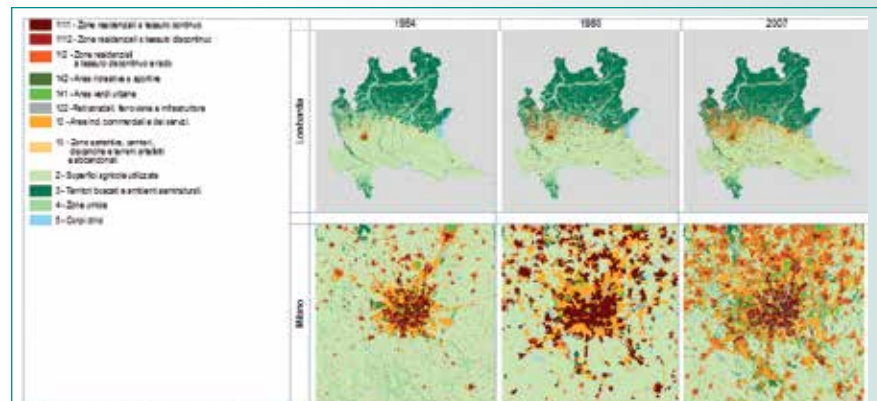


Fig. 1 - Carte dell'uso del suolo utilizzate nella costruzione dell'ipercubo di transizione geografica rielaborazione su DusaF, Regione Lombardia (<http://www.territorio.regione.lombardia.it/>)

## Lo stato dell'arte

Il presente contributo è un'evoluzione di un precedente lavoro degli autori, presentato alla conferenza Esri del 2014 (Lombardo & Salvucci, 2014). L'evoluzione paesaggistica è un tema di grande interesse e in vari contesti emerge la necessità di utilizzare strumenti di analisi quantitativa per sintetizzare evoluzioni che difficilmente possono essere evidenziate in un singolo indicatore. Scopo di questo di lavoro non è quello di costruire un modello probabilistico dell'evoluzione del paesaggio ma quello di guardare al passato, cercando di capire quello che non si è riusciti a vedere.

In questo contesto il bellissimo titolo del prossimo convegno Ispra "Recuperiamo terreno. Politiche azioni e misure per un uso sostenibile del suolo." che si terrà a Milano il 6 maggio rappresenterà un'utile occasione di riflessione. Se non basta

guardare attraverso una finestra del municipio per accorgersi che ormai abbiamo occupato (impermeabilizzato) tutto quello che ci circonda è forse il caso di provarci con i numeri, sperando che possano fungere da elemento ispiratore verso chi ha la possibilità di incidere a livello normativo.

## Le matrici di transizione

L'interpretazione della cartografia risulta un fattore sempre più doverosamente necessario soprattutto nell'ambito della pianificazione territoriale che richiede sempre più spesso l'analisi di indicatori territoriali e la loro misurazione. Oggi abbiamo a disposizione una mole decisamente sostanziosa di dati territoriali, a diverse risoluzioni, contemporanee o addirittura risalenti a 10.000 anni fa, ma purtroppo non sempre sappiamo o vogliamo utilizzarli.

Non basta avere dati, occorre produrre informazioni ed essere pronti a trarne le giuste indicazioni!

Per questo motivo gli strumenti gis offrono opportunità di analisi ineguagliabili. In questo ambito risulta fondamentale un ritorno ad un'analisi quantitativa capace di sintetizzare le caratteristiche del paesaggio e le sue evoluzioni. Tutto questo non è sufficiente a poter giudicare gli interventi da porre in essere e gli effetti delle azioni intraprese. Il pregio di un'analisi di tipo geografico è indubbiamente quello di essere in grado di misurare le variazioni di uso del suolo intercorse a prescindere dalle ripartizioni amministrative esistenti. La letteratura propone innumerevoli lavori che utilizzano una metodologia consolidata poggiante sull'utilizzo della matrice di transizione dell'uso del suolo. La matrice si costruisce per

sovrapposizione degli usi nelle diverse epoche e riportata nelle celle le superfici comuni. Le analisi dell'evoluzione dell'uso del suolo trovano applicazioni sia descrittive che predittive (López, Bocco, Mendoza, & Duhau, 2001) e naturalmente dipendono della risoluzione spaziale con la quale sono costruiti i dati geografici che si andranno ad esaminare. Nel caso in esame il confronto intertemporale dell'uso del suolo, relativo agli anni 1954-1980-2007, risente dell'utilizzo di metodologie differenti. Dalla cartografia appare evidente come la risoluzione del dato sia indubbiamente aumentata nel tempo e quindi risultati difficilmente esauriente se si scende troppo nel dettaglio. Occorre inoltre tenere in considerazione che le cartografie riguardanti l'uso del suolo, a livello regionale, utilizzano la classificazione del Corine Land cover, standard europeo per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche del territorio ad una scala eccessivamente elevata. Tenuto conto di questi problemi aggiunti all'esteso oggetto dell'analisi (l'intera regione amministrativa della Lombardia) e al lunghissimo intervallo temporale (1954-2007), si ritiene che i risultati ottenuti siano molto apprezzabili per descrivere con precisione l'evoluzione dell'area. In questo studio si parte dalla costruzione di un ipercubo geografico ottenuto dall'integrazione delle diverse matrici di transizioni tra le diverse epoche. Il database ottenuto è una fonte inesauribile di informazioni che vengono presentate in questo lavoro preliminare al mero scopo esemplificativo.

## Dati e metodi

La Regione Lombardia ha reso disponibili, sul proprio geoportale regionale, un robusto novero di dati in formato vettoriale riguardante l'uso del suolo, relativo agli anni 1954/1980/2007 (è stato rilasciato nel corso del 2014 lo strato relativo al 2012 che si sta integrando nell'ipercubo geografico), secondo la classificazione Corine Land cover. Tra le operazioni preliminari da effettuare sicuramente troviamo la verifica dell'utilizzo del medesimo sistema geografico di riferimento, e l'eventuale riproiezione in un sistema di coordinate proiettate sul piano per poter procedere con le operazioni di analisi spaziale. In questo caso si è scelto la proiezione cartografica basata sul sistema di coordinate geografiche WGS UTM 32 nord, trattandosi della Lombardia. Le informazioni dell'uso del suolo contenute nell'ipercubo geografico sono state mantenute su un duplice livello. Su un livello si è proceduto all'aggregazione a secondo e terzo livello della classificazione Corine Land cover per poter agevolare l'analisi. Su un livello ulteriore è stata mantenuta la diversificazione fino al quarto livello Corine allo scopo di esplicitare la crescita dell'urbanizzazione individuando anche il tessuto continuo e differenziandolo da quello discontinuo. Per la parte non antropizzata si è scelto di aggregare aree e superfici fino al primo livello. Lo strumento del model builder ha permesso di automatizzare un processo che, poggiando sulla scelta di parametri e livelli di aggregazione eterogenei tra loro, sarebbe risultato altrimenti

quasi impossibile da portare a termine. Il processo è partito dalla scelta dei tre elementi vettoriali che rappresentano i diversi usi del suolo a cui è stato aggiunto un campo per permetterne l'aggregazione. È infatti grazie a tale campo di controllo che è stato utilizzato il comando "dissolve" ottenendo il grado di accuratezza desiderato. A questo punto si è proceduto ad intersecare spazialmente il primo e il secondo uso del suolo, afferenti alle prime due annualità (1954 e 1980) per poi intersecarlo successivamente con il terzo, relativo all'anno 2007. Si è reso necessario procedere con un ulteriore "dissolve" allo scopo di semplificare in un unico record la tripla relativa alle diverse epoche. La procedura si è conclusa con il calcolo delle aree nell'unità di misura desiderata. Si è proceduto all'armonizzazione dei tre contenuti in maniera da renderli confrontabili e successivamente si è proseguito con una semplificazione in grado di accorpate a livelli superiori per facilitare l'analisi rispetto al tessuto urbano.

## Risultati

Dalla sovrapposizione dei livelli dell'uso del suolo relativi alle tre epoche considerate si evince immediatamente un'enorme sviluppo delle superfici artificiali (Tabella 2). La contrapposizione dei tassi di variazione rispetto al 1954 e successivamente rispetto al 1980 mostra però due velocità di evoluzione nei diversi periodi. È chiaramente emerso che l'espansione urbana è avvenuta per tappe successive a danno delle superfici non antropizzate con una velocità iniziale notevolmente superiore al periodo successivo, in un

uso del suolo		1954	1980	2007	var 54-80	var 80-07
1	Superfici artificiali	4,19%	8,14%	14,08%	94,06%	72,97%
2	Superfici agricole utilizzate	55,39%	52,88%	43,71%	-4,54%	-17,34%
3	Territori boscati e ambienti semi naturali	37,04%	35,78%	38,82%	-3,40%	8,49%
4	Zone umide	0,21%	0,19%	0,13%	-6,96%	-29,81%
5	Corpi idrici	3,17%	3,01%	3,26%	-4,90%	8,17%
		100,00%	100,00%	100,00%		

Tab. 1 - Distribuzione della composizione dell'uso del suolo e sue variazioni

Uso del suolo	0	1	2	3	4	5	totale 1954
1		943,80	33,17	22,48	0,05	1,68	1.001,19
2	0,23	2.239,49	9.949,08	969,93	10,21	52,21	13.221,15
3	0,24	170,40	410,98	8.206,81	2,04	50,69	8.841,15
4		0,98	18,50	4,53	18,80	6,33	49,15
5		5,88	20,66	61,63	0,99	667,13	756,29
totale 2007	0,46	3.360,55	10.432,38	9.265,39	32,10	778,04	23.868,92

Tab. 2 - Matrice di transizione totale 1954-2007, kmq.

modello molto prossimo alla saturazione.

La superficie invariata, data dalla somma delle superfici lungo la diagonale, evidenziata in grigio nella Tabella 3, è pari al 83%. In particolare il tessuto antropizzato è

aumentato del 10.13% della superficie totale passando dal 4.19% (1954) al 14.08 (2007). Seguendo il modello di Sinclair (in Lloyd, 1986) la maggior trasformazione è avvenuta a danno dell'agricoltura che è passata dal 55.39 (1954)

al 43.71% (2007). Questa trasformazione in particolare implica un cambiamento notevole del paesaggio che toglie il tessuto rurale in favore dell'antropizzato.

Dalla visione comparata della cartografia regionale, qui riportata si evince bene l'espansione del tessuto urbano nella zona occupata dal comune di Milano e nella corona dei comuni che la circondano Figura 2.

### Analisi delle trasformazioni del tessuto urbano

Entrando nel dettaglio descrittivo del tessuto urbano cioè nella sua principale suddivisione tra continuo e discontinuo, l'ipercubo geografico offre una visione diacronica della sua trasformazione. La Tabella 3 mostra la composizione percentuale del tessuto urbano per sovrapposizione all'uso del suolo del 1954 e dal suo esame si evince che soltanto il 64% della superficie dell'anno 2007 era destinata a questo uso fin dall'epoca precedente. Maggiore risulta la quota della città consolidata: il 75% contro il 60% di quella continua, un elemento che dimostra la proliferazione del fenomeno dell'urban sprawl ovvero della dispersione urbana. È possibile notare come il tessuto urbano di natura discontinua

uso suolo		Zone residenziali a tessuto continuo discontinuo e rado		Zone residenziali nel 2007
2	Superfici agricole utilizzate	3%	11%	9%
3	Territori boscati e ambienti semi naturali	0%	2%	1%
4	Zone umide	0%	0%	0%
5	Corpi idrici	0%	0%	0%
12	Aree ind. commerciali e dei servizi. Reti strad, ferr e infrastrutture	16%	7%	9%
13	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	0%	0%	0%
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	2%	9%	8%
122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0%	0%	0%
141	Aree verdi urbane	0%	1%	1%
142	Aree ricreative e sportive	0%	0%	0%
1111	Zone residenziali a tessuto continuo	75%	60%	64%
1112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	2%	9%	8%
<b>Totale</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tab. 3 - Matrice di provenienza del tessuto urbano del 2007 rispetto il 1954.

sia il maggiore attore della trasformazione delle superfici agricole utilizzandone l'11% per incrementare la sua superficie. Occorre prendere atto che la superficie di tessuto continuo ha trasformato una quota importante di tessuto industriale: il suo 16%, destinato a tale uso nel 1954.

### Una sintesi a livello comunale

L'ipercubo così strutturato consente di effettuare delle sintesi a livello comunale per poter valutare a posteriori le scelte svolte dai policy makers. La scelta di una scala comunale deriva anche dalla metodologia dei vari uffici tecnici comunali di strutturare in maniera particolarmente "localistica" il proprio piano regolatore, che risulta essere lo strumento principale attuato per la pianificazione territoriale. Utilizzando l'aggregato del tessuto urbano composto dalle codifiche Corine Land cover 1111 e 1112, è possibile calcolare, a livello comunale, la variazione intercorsa tra il 1954 e il 2007 per la voce più importante del tessuto urbanizzato.

Occorre evidenziare come il vero cambiamento si percepisca passando al tasso di variazione. Carugo è il comune che ha

procom	comune	urbanizzato al 1954	urbanizzato al 2007	incremento %	incremento assoluto kmq
15146	Milano	5268,44	8538,51	62,07%	3270,07
17076	Gargnano	460,52	1304,81	183,33%	844,29
17029	Brescia	993,67	1806,68	81,82%	813,00
17187	Toscolano-Maderno	814,40	1512,46	85,71%	698,06
14065	Teglio	230,64	807,22	250,00%	576,59
19036	Cremona	1268,71	1832,59	44,44%	563,87
20065	Suzzara	365,32	852,40	133,33%	487,09
20070	Volta Mantovana	706,78	1161,15	64,29%	454,36
20039	Pegognaga	279,41	698,53	150,00%	419,12
98031	Lodi	248,27	662,06	166,67%	413,79

Tab. 4 - Primi 10 comuni per incremento assoluto del tessuto urbanizzato.

	comune	urbanizzato al 1954	urbanizzato al 2007	incremento %	incremento assoluto kmq
13048	Carugo	4,15	37,36	800,00%	33,21
98061	Zelo Buon Persico	18,88	113,30	500,00%	94,41
12136	Venegono Inferiore	23,52	129,34	450,00%	105,82
16140	Morengo	9,56	47,81	400,00%	38,25
15081	Cologno Monzese	8,40	41,98	400,00%	33,58
16126	Levate	5,53	27,66	400,00%	22,13
13129	Lipomo	4,60	22,98	400,00%	18,38
20035	Moglia	63,70	286,64	350,00%	222,94
13055	Cassina Rizzardi	7,01	31,57	350,00%	24,55
19047	Genivolta	55,72	222,88	300,00%	167,16

Tab. 5 - Primi 10 comuni per variazione percentuale del tessuto urbanizzato

avuto il più alto indice di variazione del tessuto urbano (Tabella 5), da soli 4.15 kmq a 37.36 con un incremento dell'800% rispetto il 1954 che individua un completo sconvolgimento dei luoghi considerati.

Basti guardare la cartolina d'epoca del 1955 del comune di Carugo: alle spalle del campanile il paesaggio si apre in un'aperta campagna oggi completamente conurbata in direzione di Giussano (Figura 2 e 3).



Fig. 2 - Carugo Cartolina d'epoca del 1955, proprietà dell'autore.

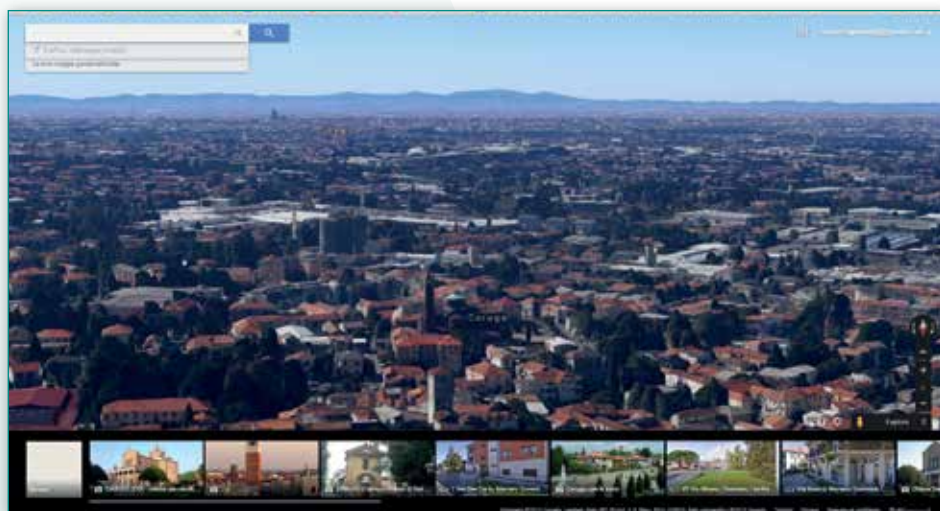


Fig. 3 - Carugo vista panoramica su Google Map (fonte Google Earth).

Quello che da un punto di vista qualitativo si percepisce immediatamente guardando una fotografia non può essere sintetizzato sul larga scala. Comprendere e sintetizzare questi cambiamenti è più facile attraverso il confronto

nell'ipercubo geografico. La stessa situazione viene quindi esaminata attraverso i dati di copertura riposizionando il campanile della Chiesa di San Bartolomeo nel centro di Carugo.

memoria gli studi del Toschi (1947) sui differenti tipi di urbanizzazione, un processo forse ormai saturo dove quella che era la nuova città ha ormai saturato la vecchia campagna (Celant, 1988) e quelle macchie verdi sembrano aspettare di cambiare il colore in un grigio cemento.

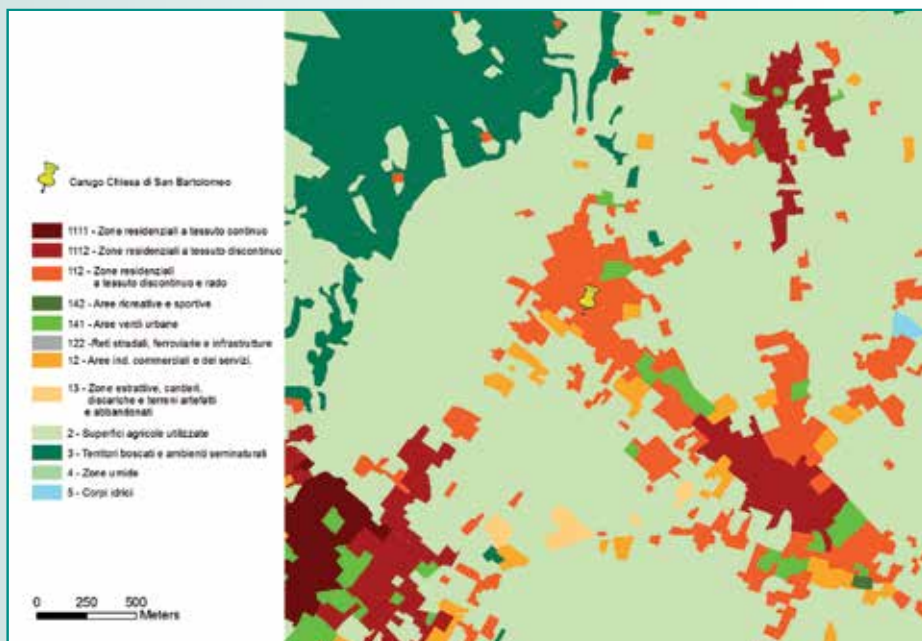


Fig. 4 - Carugo 1954 attraverso l'interpretazione della carta dell'uso del suolo, rielaborazione su Dusaf, Regione Lombardia (<http://www.territorio.regione.lombardia.it/>).



Fig. 5 - Carugo 2007 attraverso l'interpretazione della carta dell'uso del suolo, rielaborazione su Dusaf, Regione Lombardia (<http://www.territorio.regione.lombardia.it/>).

### Transizione dell'uso del suolo e modelli geografici: i motivi di una localizzazione

Esaminando la cartografia riproducibile attraverso l'ipercubo si possono effettuare analisi geografiche di diversa natura. Sovrapponendo il grafo stradale e il reticolo ferroviario di Open Street Map è evidente come l'evoluzione dell'espansione urbana abbia seguito le direttrici infrastrutturali. Il tasso di variazione della superficie urbanizzata sembra seguire il percorso di strade e ferrovie aumentando la mobilità locale. Si vede nei dintorni di Milano in Figura 6 come le ferrovie riescano a congiungere i comuni che hanno subito la maggior variazione. Risulta fondamentale il ruolo policentrico del capoluogo lombardo.

### Conclusioni e sviluppi futuri

Alla luce della recente acquisizione dell'uso del suolo basato sulla codifica Corine Land cover riguardante gli anni 2012 e 2014, si sta procedendo ad aggiornare l'ipercubo geografico. Nel prossimo futuro si procederà a considerare la possibilità di correggere eventuali anomalie nelle transizioni dell'uso del suolo che non sembrano coerenti con un normale processo evolutivo, e dovute soprattutto alla diversa

risoluzione con le quali sono state realizzate le cartografie di base. Come si è visto, è quanto mai opportuno integrare i dati geografici con altre fonti tra cui le reti infrastrutturali, ma soprattutto individuare quei collegamenti con i dati dell'evoluzione demografica e industriale per addivenire ad una visione effettiva dell'uso del suolo che sia capace di fare comprendere come in questi anni abbiamo saputo o meno valorizzare il nostro territorio.



Fig. 6 - Tasso di variazione dell'urbanizzato e rete infrastrutturale.

#### BIBLIOGRAFIA

- Corine (1993) - *Land Cover*. Guide technique. CECA-CEE-CEEA. Bruxelles
- Celant, A. (1988). *Nuova città, nuova campagna Spazio fisico e territorio: atti del XXIV Congresso geografico italiano*. Bologna: Pàtron ed.
- Lloyd, P. (1986). *Spazio e localizzazione: un'interpretazione geografica dell'economia* ([5<sup>a</sup> ed.]). Milano: Franco Angeli.
- Lombardo, G., & Salvucci, G. (2014). Analisi multitemporale delle trasformazioni del paesaggio lombardo. In S. al n° 2-2014 di-I. 1128-8132 GEOmedia (Ed.), *15a Conferenza Utenti Esri*. Retrieved from <http://mediageo.it/ocs/index.php/esri/15cuel/paper/viewFile/66/126>
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. *Landscape and Urban Planning*, 55(4), 271–285. doi:10.1016/S0169-2046(01)00160-8
- Toschi, U. (1947). *Geografia urbana*. Firenze: Macri. Retrieved from [http://www.worldcat.org/title/geografia-urbana/oclc/62483536&referer=brief\\_results](http://www.worldcat.org/title/geografia-urbana/oclc/62483536&referer=brief_results)

#### PAROLE CHIAVE

IPERCUBO GEOGRAFICO; USO DEL SUOLO; REGIONE LOMBARDIA; PAESAGGIO

#### ABSTRACT

This paper aims to highlight the qualitative and quantitative aspects of the transformations occurring in the territory of the region of Lombardy analyzing land cover maps pertaining to different eras. To achieve this objective after building a database of geographical information on the various eras we proceeded to work by comparison with the transition matrices that allow you to highlight the steps quantity among different reporting periods. The analysis and the return of results is carried out at different geographical scales offering a complete anthropization exchanged in the territory. In particular, it highlights the diachronic analysis of land use in favor of urban nature, distinguishing inside the spread and transformation of urban-sprawl.

#### AUTORE

GIOVANNI LOMBARDO  
LOMBARDO@ISTAT.IT  
GIANLUIGI SALVUCCI  
SALVUCCI@ISTAT.IT

Frutto di un lavoro comune la prima parte dell'articolo è da attribuire a G. Lombardo, mentre la seconda G. Salvucci. Le conclusioni sono in comune ai due autori.

# Natanti robotizzati

- Rilievi batimetrici automatizzati
- Fotogrammetria delle sponde
- Acquisizione dati e immagini
- Mappatura parametri ambientali
- Attività di ricerca

**aerRobotix**

Studi e servizi di ingegneria - Robotica di servizio

Vendita - Noleggio - Servizi chiavi in mano, anche con strumentazione cliente

Strada Salga 38C - 10072 Caselle (TO) - Tel. 3389258046 - info@aerrobotix.com - www.aerrobotix.com

