

# Valuation and scenario Multi Criteria Analysis of transportation alternative strategies to mitigate the local sprawl

Mariangela Musolino \*,  
Domenico Enrico Massimo \*\*,  
Pierfrancesco De Paola \*\*\*,  
Antonio Pietro Paolo Massimo\*\*\*\*,  
Alessandro Malerba\*\*\*\*\*,  
Roberta Errigo\*\*\*\*\*, Riccardo Maria Cefalà, \*\*\*\*\*  
with Karen R. Polenske\*\*\*\*\*

*Key words:* valuation, appraisal,  
multi criteria analysis (MCA),  
green transportation,  
transit-oriented development (TOD),  
urban sprawl

## Abstract

The general research here introduced concerns the phenomenon of urban sprawl unfolding in the last century and defined as “the physical pattern of low-density settlement in urban areas”.

The focus, as part of the more general research cited, is the relationship between sprawl and public transportation.

The specific study here present is a possible approach to planning and managing policy responses to urban sprawl through the integration of consolidated settlement systems (with a view to their re-vitalization) with rail green public transportation in the framework of TOD (Transit-Oriented Development).

A paramount issue emerges about sprawl: there are prototype case in which TOD and rail green public transportation help concentrate settlement instead of sprawl? No cases have been found. Instead the most recent literature recommends to perform new researches concerning solutions through real world

applications, given the total shortage of case studies.

The general research framework has been applied in a specific Case Study to support the community of Calabria, the southernmost Mediterranean region of mainland Italy in European Union, within the most urbanized sub-regional sub-area, in analyzing the rampant phenomenon of sprawl and, possibly, in addressing and mitigating it relying on TOD and rail green public transportation.

In the Case Study of the present research there are three alternatives in sub regional public transportation: A1; A2; A3.

A1 is the status quo.

A2 is the upgrading of the railway which, although existing, is illogically neglected.

A3 is an unexpected new project by the railway managing body for a new route in the south of the area completely away from the most important settlements

and outside any transport or mobility or accessibility institutional public plan.

The three alternatives were subjected to social discussions well as a qualitative evaluation by a panel of experts. The multiple criteria valuation approach resulted in a preference for Alternative A2 over Alternatives A1 and A3. The preferred Alternative A2 integrates perfectly with the existing settlement by responding to a fundamental criterion placed at the top of the valuation: integrating the urban railway directly into the existing consolidated inhabited centers.

This preferable Alternative A2 has among its peculiar characteristics:

- directly connects many of the settlements in the area;
- can serve approximately MORE THAN 250,000 potential settled residents;
- connects coast to coast the narrowest regional and national isthmus;
- creates the fastest and shortest possible connection in the national territory between the two fundamental railway backbones Tyrrhenian (Palermo - Milan - Torino) and Ionian-Adriatic (Reggio Calabria - Venice);
- thereby helping to connect two of the Trans European Network and pan-European train mega-corridors I (Palermo - Berlin) and VIII (Skopje - Varna).

The A2 Alternative has the further distinctive feature of performing both local and supra-local dual service in a

unified venue that is both train-tram and long-distance rail, in analogy with continental benchmarks and experiences, such as the German S-Bahn. Subsequently, in the Case Study, the costs of the Alternative A2 for the upgrading (and “modernization”) of the existing railway has an estimated cost of 168 million appraised by the research team with a detailed quantification, and subsequently, in de facto double-blind estimate, surprisingly confirmed by the railway managing body. According to the latest and most up-dated estimates by the same railway managing body, the completely new route project located far south of all the settlements, constituting the Alternative A3, would cost over 485 million, are reported. This is because all the areas have to be acquired and because the route crosses land with technical difficulties to be overcome by carrying out expensive works. In terms of costs, the preferred Alternative 2 seems to be the most balanced, much more even than the status quo Alternative 1 (do nothing). The latter only apparently has no big investment costs, unless ordinary maintenance. In fact it hides enormous private costs and implicit (and not immediately monetary) social suffering, due to: car commuting (un-pooled) of people; their monetizable travel times, enormous due to congestion; air pollution; accident risks; congestion in cities; high private personal costs of using the individual vehicle (car wear; fuel); parking cost and fine risk; etc.

## 1. GENERAL RESEARCH FRAMEWORK AND SPECIFIC FOCUS

“In the social and economic relevant research area concerning the potential mitigation of LOCAL urban sprawl through rail green public transportation there is a total lack of prototype and significant case studies at LOCAL level.”

(Ibrahim, 2022)

### 1.1 General Research

The general research introduced here concerns the phenomenon of urban sprawl unfolding in the last century and defined as “the physical pattern of low density settlement in urban areas, under market conditions, mainly in the surrounding of agricultural areas as well as open land” (EEA, 2006), in the complex European urban system (and beyond in the all Planet). This research (a part of which are the following: Massimo, 2009; Massimo et alii, 2009; Massimo, Barbalace, 2009a, 2009b; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009a), through meta-analysis and analysis at different scales, aimed at:

- analyze the trend of sprawl over time and estimate its consistency and topographic extension in the study areas;
- understand the causes of sprawl including lack of planning and long-term strategy in both countryside and urban space, attempting to identify any causal link with population growth and at the same time with economic growth;
- search, identify and develop measures for its mitigation in policy responses, also based on some reference experiences;
- design and test new sets of criteria for the multi-dimensional evaluation of policy responses aimed at mitigating and coping with the sprawl itself.

### 1.2 The focus of the specific study presented

The focus of the specific study presented here, as part of the more general research cited, is the relationship between sprawl and transportation (Massimo, Barbalace, 2010; Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2011; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009b, 2010; Massimo, Massimo, 2010; Massimo, Musolino,

Barbalace, Massimo, 2010). The more focused in-depth analysis concerns re-vitalization of the consolidated settlement, i.e. a possible local approach to planning and managing policy responses to urban sprawl through the revitalization of dense district systems (with a view to their regeneration) through green public transportation.

There is a lack of literature, experiences and implementations on this specific relationship settlement-transportation as an embankment and dam to mitigate further development sprawl. This approach cross and recall for support the strategy generally known as Transit-Oriented Development (TOD) originated for different slightly purposes as the two following (among others).

### 1.3 New Urbanism. Origin

Since '70 some urban movements, including Smart City associations, and planning experts advocated a more human new development of new city and new districts with mixed-used and walkability: the so called: "Walking Cities", or "Dense Quartiers" or "Mixed Neighborhoods" integrating all urban functions: residential; educational; cultural; commercial, administrative; welfare; leisure; etc. (Krier; 1978; 1981; 1992; 1998; 2007; 2008; 2009; Porphyrios, 1984; Massimo, Musolino, Barbalace, Massimo, 2010a; Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, Vescio, 2010; Massimo, Barbalace, 2010a; Massimo, Musolino, Barbalace, Massimo, 2010b; Massimo, Barbalace, 2010b; Massimo, Barbalace, Massimo, 2010; Massimo, Musolino, Barbalace, 2010). All this is to get ride from the nefarious and negative impact on people real daily life of already implemented modern zoning in urban, provincial and regional planning. Specially of the daily commuting using private individual car (the damn so called: "Automotive City") between city mono functional (or single-use) zones (residential; administrative; commercial; welfare; leisure; industrial; etc.). This is the New Urbanism for mixed dense districts. It call for solution of accessibility and connection. In fact, even in dense towns, there is still the interesting issue of the connection among a system of "Walking Cities", or "Mixed Quartiers" or "very Dense Neighborhoods". In fact, specially "Walking Cities" need public green connections (not only with fossil vehicles and private car) at intercity, regional, geographic and sub-continental level.

### 1.4 Transit-Oriented Development (TOD). Origin

Since '80, some movements began to conceive a strategic, national, regional, local planning able to address the countries and regions transportation accessibility ("measure of the capacity of a location to

be reached from") needs by scheduling and building up a back bone of green train system responding at the same time (according to combination of experiences such as s-Bahn, high speed rail, trans express rail) to national, regional, community demands in a growth general framework. This strategic planning approach, from community to global – planetary level, have been defined in '80 as: Transit-Oriented Development, TOD. After decades TOD is a catchphrase of the planning world and one of most comprehensive approach at all geographic levels: community; region; macro-region; country, sub continent. It supports the sustainable development through the strategic integration among land use, development and green transportation system noticeable public rail. The radical shifting is FROM "automotive country" and "automotive cities" TO "green public transport country" and "green public transportation cities".

After several implementations, a systemic and recent review (Ibrahim, 2022) notice that even TOD is a key tool in planning worldwide, it still asks for more studies adapted to specific and relevant LOCAL contexts (p.395).

*"Finally, there is a need to conduct more studies which allow planners to [...] refine TOD [...] and evaluate different TOD plans and adapt them to local contexts."*

(Ibrahim, 2022, 395).

### 1.5 More studies on LOCAL systems

More studies are strongly requested, concerning:

- the unexplored field of existing dense settlement consolidation and re generation trough local public rail transportation system;
- the adaptation of TOD to significant local context;
- and here, the appraisal of comparative alternative scenarios.

The present research concerns:

- a case in the neglected unexplored field of existing dense settlement consolidation trough local public rail transportation system;
- the adaptation of TOD criteria to the local context of the case.

## 2. INFRASTRUTTURES AND SPRAWL

As a starting point of this study, a specific question emerges about sprawl: can green public transportation help address and mitigate local sprawl?

Pioneering studies (Clawson, 1971, 1973), continental-scale research (EEA, 2006; Galster et alii, 2001; Young, 1995), localized investigations (Emiliani, 2007; Kim, 2002; Saum, 2008) have observed that among the numerous negative impacts of sprawl, one is particularly harmful:

[

the disintegration in the urban space of the consolidated functional mixes, caused by single-use zoning during the expansion of the last century. One of these derives from the consequent decrease in structural accessibility in the territories because the spatial separation of functions implies for the inhabitants the obligation of frenetic daily movements to carry out even only elementary and therefore frequent functions. This produces the increase of artificial individual mobility by private cars with all the heavy consequences that derive from it, as analyzes, statistics, inferences and assessments relating to accessibility have long documented (Ben-Akiva, Lerman, 1997; Ben-Akiva, Bierlaire, 1999; Cameron, Kenworthy, Lyons, 2003; Gakenheimer, Zegras, 2004; Hall, 1999; Marcucci, Gatta, 2005; Marone, 2005; Wilson, Nuzzolo, 2005; Zegras, 2009; Zegras, Gakenheimer, 2000; Zegras, Srinivasan, 2007; Zegras, Sussman, & Conklin, 2004; Zhan, 2008; Zhao, Wilson, & Rahbee, 2006). Added to this is the low-density expansion which exacerbates the dependence on the private car because collective transportation, especially by rail, can only serve dense settlements.

As an alternative to “free” (wild) building expansion, the connection with collective transportation services between dense settlements can make the difference. It can help consolidate existing densely populated centers, favor their structural accessibility, reduce individual vehicular traffic and the consequent road congestion. This represents an innovative approach, the aforementioned TOD, to reconstruct the positive relationship (disappeared in recent decades) between settlements and structural accessibility. This also favors new ways in the field of multi-criteria assessment of accessibility, infrastructure and transportation.

### 3. CASE STUDY

The general research framework has been applied in a specific Case Study to support the community of Calabria, the southernmost Mediterranean region of mainland Italy, in analyzing the rampant phenomenon of sprawl and, possibly, in addressing and mitigating it. Extensive analyzes of sprawl on a regional scale (Massimo et alii, 2009; Massimo, Barbalace, 2009a, 2009b; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009a) have made it possible to estimate an impressive land consumption per year in m<sup>2</sup>, *i.e.* the topographic quantity of land destroyed annually due to the disorderly and wild building hyper-expansion in the agricultural territories surrounding the urban areas and particularly on the coasts.

After the sprawl analysis on a regional and provincial scale, through the aforementioned Case Study, the research focused on the central sub-regional area of the Calabrian isthmus (the narrowest part of Italy: 40 km width) where the second (Catanzaro) and third

(Lamezia Terme) city of the region are located. In the region and in the study area, starting from 1954 (when the period of industrialization began in the North of the country and the welfare state have been established), a fragmented housing location was set up and then build. The serious consequences are, among other things, a high land consumption and a concomitant increase in the daily mobility of the inhabitants from the various scattered and rarefied settlements. This artificial mobility is carried out mostly, if not exclusively, by a private car, and it could not be otherwise, leading as a consequence:

- inefficiency in social life;
- waste of time;
- consumption and dependence on fossil fuels;
- increased pollution;
- increased risk of road accidents;
- parking difficulties at the destination places;
- additional costs for infringements.

The impacts listed above require specific studies to analyze and evaluate the possibilities of mitigating sprawl in the future. Organizations and experts (EEA, 2006; Galster et alii, 2001; Young, 1995) indicate among the structural policies the modernization and revitalization of existing settlements, and in particular of consolidated cities and towns today increasingly abandoned and neglected, serving them as possible with green rail and feeder public transportation systems for:

- improve the objective structural accessibility in and between settlements for people and things;
- create an alternative from individual mobility by a private car to collective accessibility.

The indications of mitigation policies show that revitalization - urban regeneration and green public transportation are complementary structural investments because they contribute to changing the intrinsic characteristics of urban spaces and local economies and should therefore be seen as urban infrastructures.

### 4. REGIONAL CORRIDORS WITH INCREASED CONGESTION AND MITIGATION POLICIES

The research has set up a new product, namely a “regional overtime topographic basemap” (Dangermond) which allows for detailed analyzes down to the topographic scale, of the dynamics of settlements in different historical periods. This tool has made it possible to identify the corridors with the greatest congestion in the region to prefigure selected structural improvement interventions also through alternative investments. In the central isthmus area of Calabria, the research has therefore identified the largest transportation corridor in the region. This is the transportation corridor that connects the center of gravity of the region on the Tyrrhenian coast and the capital on the Ionian coast, congested by individual



mobility by private cars of daily and periodic commuters, recording a large average daily traffic of about 28,000 cars. The analyzes carried out in other research on sprawl reveal that the elective mitigation policies are green public transportation by rail as the preferable way to increase intrinsic accessibility as an alternative to individual mobility (un-pooled) by road and private car. This future scenario of possible modal change through green public transportation, an alternative to the current one. To evaluate it, the first step must be the analysis and the test on the propensity of commuters who already use private cars to change modal, "modal shifting", towards the collective public transportation especially on rail for their inter-city and intra-city travel. The research traced specific studies and surveys based on interviews with samples of commuters with encouraging results regarding the positive propensity and willingness of those who currently use private cars (some of them in the Case Study area) to change favor of public rail transportation. This confirms the need to focus future interventions on creating a close connection between the urban system and the railway system.

##### 5. SURPRISINGLY UNDERESTIMATED EXISTING RAIL ROAD IN THE CASE STUDY AREA

The regional transportation corridors are located and georeferenced in a dedicated information system, integrated with the basemap and together part of a wider general system for valuation and estimation or SGV (Stanghellini, 2004: pp. 217-242). This allows the cartographic spatial reading of the entire region from 1788 to 2023. Inside this reading it was surprising to discover that in the same area of the Case Study, in addition to the busiest and most congested main road corridor in the region, there is a parallel railway corridor East West. It is part of the original and intelligent railway system conceived in 1864, by Parliament of that time in a "modern" way, i.e. connecting directly with the new railway the highest possible number of towns and centers on the valleys and coasts. In addition, also the internal settlements thanks to courageous non-coastal railway lines such as the Calabro-Lucane (Catanzaro-Cosenza) and Gioiesi (Cinquefrondi - Gioia Tauro).

This underestimated transversal East-West railway corridor connects numerous settlements serving a total of about 250,000 residents, including the second (Catanzaro) and the third (Lamezia Terme, Cz) largest cities in the region, one of which is the administrative capital, as well as numerous scientific and technological poles, the University, two hospitals, the seat of the regional government, the general markets. It also represents a potential link with: other important transportation infrastructures including the two national railway backbones; two continental corridors and the Trans-European Networks (TENs); the International Airport of Lamezia Terme (CZ), the busiest and growing

in the region with over 3,000,000 passengers every year and daily peaks of over 10,000 passengers \ day in summer; hubs of concentrations of other modes of transportation such as bus stations and car parks.

The important potential of the cited existing railway track is illogically neglected, depriving people and commuters of an important modal option and instead maintaining an expensive one (both for private budgets and for the environment and the public budget). The only commuting system in the area is the inefficient by only mode on road and by private car.

All this generates a non-optimal Pareto condition which can be improved with public investments following the structural indications of the policies, mentioned above, and some successful benchmarks already achieved.

##### 6. TRANSPORTATION ALTERNATIVES IN THE CASE STUDY AREA

The results of the surveys on the potential "modal shifting" of current car commuters also push us to take consideration and valuation of the existing and possible future commuting alternatives in the area. The valuation must use more criteria, and not just the two known ones: initial cost of investment; transportation cruising speed. Carrying out the census (on the field and in the archives) of existing and potential future transportation alternatives, it was surprising to also discover the existence of a project (conceived by the public railway management company) which conceived and designed a totally hypothetical alternative and completely new railway corridor. This is located in the southernmost part of the Case Study area, outside any contents of the original and seminal plans or planning tools, both general and transportation (Ministry of Infrastructure, 2001; Ministry of Public Works, 2001; Province of Catanzaro, 2006; Calabria Region, 2001, 2003, 2007), and does not connect any settlement other than the historic center of the regional capital directly with the international airport. In this way, the existence in the area of three potential transport alternatives is configured.

- *Alternative 1, (A1):* state of affairs or existing condition, do nothing, unless maintenance costs; prevalence of a main road for inter-city commuting with a private car, and not contemplating the railway.
- *Alternative 2, (A2):* strong physical and functional upgrading of the existing railway (parallel to the North with respect to Alternative 1); today this railway is neglected and abandoned although it represents a strategic very strong potential for the future spatial and economic management of the area and related planning.
- *Alternative 3, (A3):* new project for a new hypothetical railway corridor (parallel and far South of Alternative 1), conceived by the public railway management company, which does not directly serve the numerous settlements and inhabitants and is completely outside any general transport planning tool.

## 7. INTEGRATION BETWEEN GEODATABASE AND MULTI CRITERIA ANALYSIS (MCA)

The research revealed the need and usefulness of tools and systems capable of integrating the valuation engines with the spatial ones to easily allow the valuator to have a platform supported by geographic systems that provide localized data to spatially graduate the criteria, allowing to make estimates with greater effectiveness of results.

For this purpose, one starting point is an original innovative and powerful research on new algorithm on Multi Criteria Analysis (MCA), method and consequent tools ("Hinloopen Algorithm") successfully adopted in Smart Cities and New Urbanism fields (Albers L. H., 1987; Hinloopen, 1985; Hinloopen, Nijkamp, 1986; Israels, Keller, 1986; Hartog, Hinloopen, Nijkamp, 1988; Coccossis, Nijkamp, 1995), and more successfully implemented on strategic accessibility, mobility, infrastructures and transportation issues (mobility, transportation etc.).

A parallel very specific (Vreeker, 2000) Multi Criteria Analysis tool successfully adopted for "MCA decision making on strategic accessibility, mobility, infrastructures and transportation" is (among some others) the "Flag model for transport".

The main purpose of the Flag Model is to analyze whether one or more scenarios/policy alternatives can be classified as acceptable or not. The Flag Model has been designed to assess if alternatives fulfil predefined standards or normative statements in an valuation process.

There are three important components of the model:

1. identifying a set of measurable standards or indicators;
2. establishing a set of normative reference values;
3. developing a practical methodology for assessing alternatives.

The Input of the Flag Model is an impact matrix with a number of  $n$  variables; this matrix is formed by the values that the indicators assume for each considered scenario.

The methodology requires the identification and definition of policy relevant indicators or standards, which are suitable for further empirical treatment in the assessment procedure (Ouwensloot, 1998). The previously cited algorithms, methods and tools have some limitations in:

- limited number of alternatives;
- limited number of criteria;
- limited number of run;
- average quality of graph results;
- no spatial information;

- no default connection to state of the art RDBMS;
- no default connections to state of the art; geographic information system or GIS.

To overcome these limitations, dedicated algorithm named McaGisGevaul algorithm have been developed (Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010; Massimo, Barbalace, Cefalà, Vescio, 2010) able to provide:

- unlimited number of alternatives;
- unlimited number of criteria;
- unlimited number of run;
- good quality of graph results;
- spatial information;
- default connection to state of the art dbms;
- default connections to state of the art; geographic information system or GIS;
- prototype geo-referenced and tested in the Case Study.

The McaGisGevaul algorithm favors the comparative evaluation of transportation alternatives, therefore deployed in a geographical space for which topographically localized information (in the available basemaps) is urgently needed to allow Panel of infrastructure experts to assign scores or ordinal scores to the criteria. In fact, there is a variety of criteria describing the population, the area, the settlement, the transportations.

These data layers are added to the dedicated Geodatabase which contains the spatial representation of the alternatives together with the related alphanumeric information.

Specifically, directly operational analytical tools have been adopted that allow the simultaneous management of both ordinal and cardinal data, such as the analytical technique of the appropriate spatialized software with dedicated algorithms developed by Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010.

The system creates an information layer to start the comparative assessment with multiple criteria to be quantified (scoring) as many times as there are Alternatives.

The matrix produced by the scores, *i.e.* the scores assigned, is managed thanks to the Massimo technique (Massimo, 1995), which at the end of the processing produces a specific spatialized vector as a ranking of the alternatives, through the methodological steps described below.

The logical-flow chart is in the following steps.

00. Set of the social strategic objectives.
01. Geographic location of the Alternatives and the information.
02. Set of the Criteria.
03. Set of Score.
04. Expert pool Panel scoring.

05. Inventory of MCA Engines, selection, adoption
06. Run and results.

## 8. APPROACHES AND NEW SETS OF CRITERIA AND APPLICATIONS

The TOD represents a new settlement-transportation framework.

It also integrates the way of valuating in the transportation sector where the estimates have often been carried out considering only a few isolated judgment criteria, such as:

- initial investment costs, as initial input;
- transportation cruising speed, as final output.

These are often adopted as the one and only levers for making choices in the transportation infrastructure investment sector.

The research suggests to: set up the assessment by synoptic comparison in multiple scenarios including the status quo; move from just two estimation criteria (for the choice in the field of transportation infrastructure scenarios) to a Multi Criteria Analysis and Valuation; therefore include new relevant criteria for the valuation of alternatives; express the objectives of the strategy through these criteria.

### *Alignment of alternative to transportation policy*

The qualitative multiple valuation estimates in advance the alignment to policy of important features in each of the alternative designs.

They make up the future transportation scenarios within the framework of the TOD approach.

The latter aims to replace the current artificial mobility with the structural transportation accessibility (“measure of the capacity of a location to be reached from”) to and within and between settlements.

The criteria must be logically connected to the policy and to new way of understanding the organization of transportation in an “integrated” way in the framework of structural accessibility within inhabited centers as well as between settlement systems and therefore aimed at tackling and possibly mitigating urban sprawl.

### *“Policy-alternative coherence criteria”*

One of the main tasks of the valuation should be the comparative assessment of the policy coherence and the effectiveness of alternative transportation projects in achieving the objectives.

In the most recent approaches to transportation valuation and TOD (TOD Institute, 2023; Ibrahim, 2022), new criteria are taken into consideration in addition to the two traditional ones relating to the initial construction costs,

as an input, and to the travel and cruising speed, as an output. This is thanks to the several contributions provided by the Transit-Oriented Development Institute, Experts and Managers.

### *“Policy-alternative coherence criteria” literature”*

A recent specific literature addresses criteria able to test the alignment to policy of transportation alternatives: the criteria are defined: “policy-alternative coherence criteria”.

They are a short-criteria able to perform an anticipated test about absolute coherence of criteria with respect to transportation policy as well as TOD normative principles.

The same literature originally connected the paramount Tod normative principles (“green rail road system, like S-bahn, serving directly and connecting mixed districts and dense cities”) with state-of-the-art positive transportation valuation methods (Rough Set; Saaty’s; Flag; Mca: all epitomized in SAMI, Strategic Assessment Methodology for Interaction Instruments) transforming them in:

- Mca Scenario Valuation Methods.

### *Mca Expert-Based Strategic Scenario Approach, for Sustainable Urban Transportation Systems*

SAMI represents a promising transportation valuation genre connected normative TOD with transportation specific Mca very flexible. It considers all possible input data:

Ordinal;

Qualitative;

Cardinal;

Quantitative;

Mixed, Dichotomic (In Progressive Order: Nijkamp 2013a, and: Nijkamp 1997; Nijkamp 2004a ; Button 2004b; Vreeker 2005; Nijkamp 2012; Carigliu 2013; Beuthe 2018 A; Camagni 2018b). It has been adopted by European Union to plan and implement the fine, extraordinary and exemplary: Train Transportation Trans European Network, TEN-TT.

Following the above promising transportation valuation genre a set of criteria have been originally selected newly shaped for an unprecedented local Case Study. Consequently, the following criteria have been introduced: number of inhabitants \residents served directly in built-up areas; double consensus towards investments in transportation infrastructure, such as, first, social consensus and, second, convergence with both general and transportation planning plans and tools; environmental impact both on CO<sub>2</sub> and on the landscape; ability to connect with the railway networks at different geographical scales (inter-regional; regional; national; TEN).



**Table 1 - Accessibility and infrastructures.**  
Criteria for valuation of transportation alternatives

	TOD objective to face sprawl (requirements)		Criteria (and measures \ indicators) to assess fulfillment of objective
a	Settlement and urban centers should be directly served by urban railroad, train-tram, S-Bahn	C1	Settlements crossed by transportation infrastructure and services (number of). BRIEF: SETTLEMENT
b	Larger number of residents\inhabitants should be served by railroad	C2	Residents \ inhabitants served directly by infrastructures (number of). BRIEF: POPULATION
c	Tracks and organization of accessibility infrastructures should get social consensus	C3	Level of social consensus toward accessibility infrastructures (yes\ not). BRIEF: SOCIAL CONSENSUS
d	Infrastructure and accessibility should not only be admitted by plans but also shall help to implement planning	C4	Convergence of planning tools and acts toward the greenest alternative in accessibility and transportation (how many). BRIEF: CONVERGENCE
e	Accessibility and transport alternatives should contribute to reducing CO <sub>2</sub> emissions	C5	Potentiality of each alternative for CO <sub>2</sub> reduction with respect to status quo (degree). BRIEF: CO <sub>2</sub> REDUCTION
f	Accessibility and transport alternatives investments \ interventions should minimize landscape injuries and soil consumption	C6	Measure of Soil consumption for transportation investments \ interventions, and consequent injuries to landscape (soil measure; injuries degree). BRIEF: IMPACT
g	Accessibility and transport alternative must maximize both: population directly served; best possible connection with corridors as TEN, national, regional, local and with other strategic nodes	C7	Networking connection with other strategic nodes and corridors as Trans European Network (TEN), national, regional, local (yes \ not). BRIEF: RAILWAY NETWORKING

Source: elaboration from authors

This results in the Multiple Criteria Table.

The result is the following taxonomy of criteria.

**Table 2 - Taxonomy**  
of operational assessment criteria heading

N	Criteria
C1	Settlements served
C2	Population served
C3	Social consensus and grass root organizations
C4	Convergence of planning towards an alternative.
C5	Reduction of CO <sub>2</sub>
C6	Environmental impact or on the landscape
C7	Railway networking. Global-local

Source: elaboration from authors

An important role is played by the panel of infrastructure experts in valuating the alternatives in relation to the set criteria.

Each single criterion, among those introduced in the previous Table, is separately, secretly and comparatively valuated confidentially by each panelist for each alternative, assigning progressive scores between 1 (worst) and 5 (best) as described below.

Average of all scores have been ordered in the valuation matrix by panelists in the Valuation second step.

### C1. Settlements served

A1 provides for the maintenance of the already existing congested car road, far from the settlements, therefore the alternative does not take the form of a railway (-).

A2 provides for the upgrading of the already existing railway that crosses all the settlements (++) of the Case Study area.

A3 is a newly planned hypothetical railway even further away from the settlements (-) than the existing road.

The result is that only A2 reaches the goal.

The panel assigns the following scores: A1:2; A2:5; A3:1.

### C2. Population served

A1 serves the area only indirectly through the secondary road system and the use of private cars is mandatory, therefore it can only be used by motorists (=) as it is not a railway alternative.

A2 serves directly 250,000 residents by rail as well as the non-resident population (++).

A3 does not directly serve residents (-).

The result is that only A2 reaches the goal.

The panel assigns the following scores: A1:3; A2:5; A3:1.



C3. Social consensus and grass root organizations

Local society hopes for a change: not to continue to maintain the current status of Alternative A1 alone (-).

Public activities and media reports show the pro-active, prevalent and almost unanimous social consensus towards A2 (++).

On the other hand, there is strong social opposition to the A3 (-) which instead needs enormous public efforts and spending, and which leaves all the settlements in the area without a direct and immediate inter-city \ intra-city public train railway service.

The result is that only A2 reaches the goal.

The panel assigns the following scores: A1:2; A2:5; A3:1.

C4. Convergence of planning towards an alternative

All the planning tools examined, territorial and sectoral for transportation, converge clearly towards A2 (++) as an explicit alternative to the socially and ecologically adverse status quo A1 (-) and to the unmentioned and little disclosed Alternative A3 (-). Result: only A2 reaches the goal.

The panel assigns the following scores: A1:1; A2:5; A3:2.

C5. CO<sub>2</sub> reduction

A1 leaves the current high level of pollution emitted without mitigation and without a possible alternative choice because it retains the only mode of the un-pooled private car (-).

A2 implies CO<sub>2</sub> structural perpetual reduction in the entire transportation sector in the area (++) both during the life cycle (mainly management) and in the initial investment because no railway has to be built completely from scratch. A3 has a positive impact on the reduction of CO<sub>2</sub> in the management, but not in the investment phase and this for two reasons: it requires the construction of a completely new infrastructure (-); it also implies the disposal of A2 with a consequent divestment of an existing functioning capital.

The result is that only A2 reaches the goal. The panel assigns the following scores: A1:1; A2:5; A3:2.

C6. Environmental impact \ landscape

A1 produces no negative change on the landscape (+). A2 produces minor changes in the landscape because it is a simple improvement and upgrade of an already existing railway line (+=). A3 is a completely new construction and its impact on the landscape is considerable (-). The panel assigns the following scores: A1:4; A2:3; A3:1.

Table 3 - Multi-criteria empirical valuation of transportation alternatives in the Case Study area

		Criteria							
		Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	Cg	
		Crossed settlements	Served population	Social consensus	Planning convergence	CO <sub>2</sub> lowering down	Landscape impact	Networking with TEN corridors	
Alternatives	A1	Status Quo. Modality through road by private cars	-	=	-	--	--	+	--
	A2	Enhancement of existing railroad	++	++	++	++	++	+=	++
	A3	Project of southern new railroad	-	-	--	-	-	--	+

Source: elaboration from authors

C7. Railway networking. Global-local

A1 is not a railway (-). A2 connects Pan-European, national and inter-regional corridors with local services to all settlements, implementing the S-Bahn (++) or train-tram approach. A3 only connects long-distance corridors, but does not serve local communities neither inter-connect existing settlements (+=). The result is that only A2 reaches the goal. The panel assigns the following scores: A1:1; A2:5; A3:4.

Table 4 - Multi-criteria empirical valuation of transportation alternatives in the Case Study area. Derivation of the heuristic ranking of alternatives

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Enhancement of existing railroad	++
2	A1. Status Quo. Road and Cars	--
3	A3. Project of southern new railroad	--

Source: elaboration from authors

The application of the criteria provides the above Table of first results.

The examination of the qualitative empirical valuation allows us to deduce that only Alternative A2 seems to achieve the objective of the sustainable transportation approach capable of integrating commuter services with the more general railway system and of jointly connecting many settlements in the 'area.

The A3 Alternative seems to fail some crucial political and social objectives, first of all the direct service to citizens inside the inhabited centers and the lack of inter-connection between the existing settlements in the area. The empirical valuation therefore derives the following heuristic ranking: A2; A1; A3.

### 9. THE ALTERNATIVES AND SECOND APPLICATION OF THE CRITERIA, AND ESTIMATION OF THE INITIAL COSTS

#### Criteria Cardinal Scoring

The previous intuitive valuation heuristic weighed criteria with positive and negative signs. To date, the criteria do not have a reciprocal weight as multi-criteria analytical models would allow, which can help in further evaluations based on ordinal scores and also performing any weightings of the criteria themselves.

The positive and negative signs were then transformed by the Panel of valuers. They are experts in scoring infrastructure and transportation scenarios. The consequent qualitative values (scores) that can be processed with analytical models. It is possible to introduce one of the frontier analytical models MCA, among those intensively applied and experimentally validated in the field. In the Case Study, the analytical model Mca-Gis-Gevaul was adopted in the first seminal spatialized version (Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010). A first methodological stage is the transformation of the previous heuristic intuitive scheme into the following matrix of ordinal scores.

#### Valuation

The specific analytical model of the Mca-Gis-Gevaul processes and elaborates the matrix and the relative scores and derives the ranking of the Alternatives, which confirms the heuristic intuition.

**Table 5 - Application of the Mca-Gis-Gevaul. Ordinal data matrix for multi-criteria valuation of transportation alternatives. Scores for the new investment cost criterion**

		Criteria								
		1. Ca	2. Cb	3. Cc	4. Cd	5. Ce	6. Cf	7. Cg	8. Ch	
Alternatives	A1	Served settlements	Served population	Social consensus	Planning convergence	CO <sub>2</sub> reduction Impact	Environmental impact	Railway Networking	Initial costs investment	
	A2	2	3	2	1	1	4	1	5	
	A3	5	5	5	5	5	3	5	3	
		Project of southern new rail-road	1	1	1	2	2	1	4	1

Source: elaboration from authors

**Table 6 - Application of the Mca-Gis-Gevaul. Derivation of the ranking of transport alternatives by applying the analytical model**

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Enhancement of existing railroad	0.999
2	A1. Status Quo. Road and Cars	0.374
3	A3. Project of southern new railroad	0.127

Source: elaboration from authors

## Valuation and scenario Multi Criteria Analysis of transportation alternative strategies to mitigate the local sprawl

A second valuation have been performed by Flag Model with the following outcome.

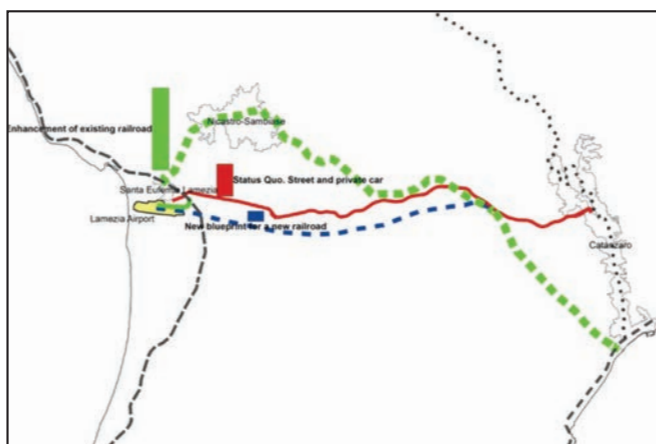
**Table 7 - Multi Criteria with Flag-Model procedure. Input Matrix**

			Criteria						
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Alternatives	A2	Enhancement of existing railroad	5	5	5	5	5	3	5
	A1	Status Quo. Road and Cars	2	3	2	1	1	4	1
	A3	Project of southern new railroad	1	1	1	2	2	1	4

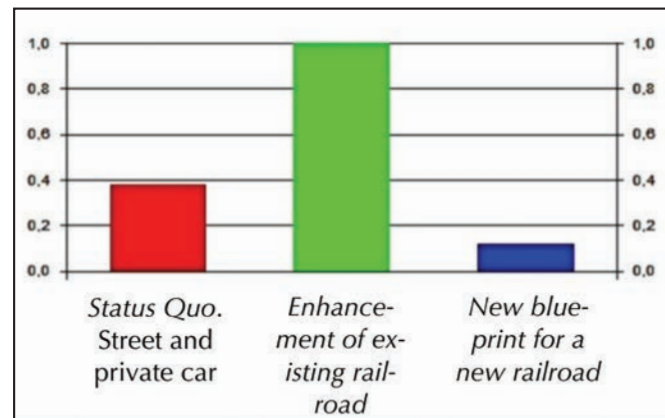
Source: elaboration from authors

	Served	Served	Social	Planning	CO2	Enviromer	Railway
Status quo	2	2	3	2	1	4	1
Enhancement of	5	5	5	5	5	3	5
Project of southern	1	1	1	1	2	1	4

**Figure A1 - Multi Criteria with Flag-Model. Input calculation.** Source: Authors.



**Figure A2 - Case Study. Central area of Calabria: Lamezia Terme transport alternative.** Platform supported by geographic systems that provide localized data to spatially graduate and draw-plot the criteria total scores for all Alternatives. Source: Authors.



**Figure A3 - Multi Criteria with Flag-Model. Results.** Source: Authors.

The further Flag valuation confirmed the ranking, confirmed the previous ranking

### Costs

In the strategy for the spatial management of the Case Study area and in the multiple criteria valuation to identify the preferred among the three possible coast to coast transportation alternatives, a preliminary analysis has been carried out to derive the costs related to the realization of alternatives A1, A2, A3.

A1, state of affairs without structural intervention unless maintenance costs, does not imply direct investment costs because it maintains the existing situation.

A2, upgrading of the existing railway, an investment of 140 million (the latest estimate with an update of sky rocketing inflation bring the cost to 168 million), estimated by authors (giving their specific skill) through a parametric appraisal, and then confirmed by railways management body through an analytic appraisal.

A3, a totally new railway project located in the southern part of the Case Study area, foresees with an update of sky rocketing inflation bring the cost to 485 million) according to the estimates by railways management body through a parametric appraisal. Once these additional data have been acquired, the analytical model can be tested with a sensitivity test also by introducing the additional criterion of the initial investment cost. In the Case Study, the estimates can be valued and translated into ordinal scores (scores) as the panel of experts did: Alternative 1, it costs zero euros so it has a score of 5; Alternative 2 costs 140 (168 with inflation update) million so it scores 3; Alternative 3 costs 405 (485 with inflation update) million so it has score 1.

It follows the integration of the matrix of ordinal data with a further column of data.

**Table 8 - Application of the Mca-Gis-Gevaul.**  
Ordinal data matrix for multi-criteria valuation of transportation alternatives.  
Scores for the new investment cost criterion

		Criteria								
		1. Ca	2. Cb	3. Cc	4. Cd	5. Ce	6. Cf	7. Cg	8. Ch	
Alternatives	A1	Served settlements	Served population	Social consensus	Planning convergence	CO <sub>2</sub> reduction Impact	Environmental impact	Railway Networking	Initial costs investment	
	A2	2	3	2	1	1	4	1	5	
	A3	5	5	5	5	5	3	5	3	
		Project of southern new railroad	1	1	1	2	2	1	4	1

Source: elaboration from authors

### Second assessment

A second assessment have been performed adopting Mca-Gis-Gevaul including cost variable.

Even with the enrichment of the criteria, the two previous hierarchical scoring and rankings are confirmed, as can be inferred from the Table. It is further recognition of the consistency of the preferable alternative A2 implementing the objectives of the territorial strategy of integration between the settlement and the collective transportation system.

**Table 9 - Application of the Mca-GiS-Gevaul**  
Derivation of the ranking of transportation alternatives by applying the analytical model

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Enhancement of existing railroad	0.999
2	A1. Status Quo. Road and Cars	0.329
3	A3. Project of southern new railroad	0.172

Source: elaboration from authors

The ranking is confirmed.

## 10. FIRST RESULTS

The integration between existing consolidated settlements and public transportation, especially rail, is an important objective of sprawl mitigation strategies. This integration can be transformed into planning content and into a valuation criterion for territorial and landscape change and modifications.

The comparative assessment between alternative scenarios and solutions of the settlement-transportation relationship can make use of the Multi Criteria Analysis (MCA) approaches, therefore of the adoption of multiple criteria in grading (ranking) intervention alternatives aimed at solving the same problem with different approaches and methods.

The application of an valuation approach, in the field of accessibility and transportation, based on broad and comprehensive multiple criteria (and not only on the two usual aspects of: initial investment costs; cruising speed) systematically leads to preferring an alternative rather than another on the basis of important objectives expressed by the characteristics of the alternatives themselves, such as:

- directly serve the population, settlements and inhabited centers with infrastructures and services;
- build consensus in society, along with stakeholders and stockholders;
- implement choices contained in the deeds and tools of both general planning and sectoral planning and transport planning;
- increase the structural accessibility between and in the settlements, and in the territories;
- consequently, mitigate the frenzied artificial intra-inter-urban mobility created by urban zoning, which spatially separates urban functions into specialized neighborhoods;
- mitigate the other form of dependence on individual mobility by a private car, deriving from dispersed and rarefied settlement, i.e. from sprawl in the peri-urban and agricultural space;
- effect, reduce: use of cars; consumption of fossil fuels; road congestion; quantity of CO<sub>2</sub> emitted; resulting air pollution;
- achieve railway integration between local and the regional networks, the national backbone system, and pan-European continental corridors such as the Trans European Network.

In the Case Study of the research there are three alternatives: A1; A2; A3. A1 is the status quo. The three alternatives were subjected to a qualitative valuation by a Panel of experts. The multiple criteria evaluation approach resulted in a preference for Alternative A2 over Alternatives A1 and A3. The preferred Alternative A2



integrates it self perfectly with the existing settlement by responding to a fundamental policy criterion placed at the top of the valuation: integrating the urban train railway directly into the existing consolidated inhabited centers.

This preferable Alternative A2 has among its peculiar characteristics:

- directly connects many of the settlements in the area;
- S-bahn serves approximately 250,000 potential settled residents;
- connects coast to coast the narrowest regional and national isthmus;
- creates the fastest and shortest possible connection in the national territory between the two fundamental railway backbones Tyrrhenian and Ionian;
- thereby helping to connect two of the Rail Trans European Network and pan-European mega-corridors I (Palermo-Berlin) and VIII (Skopje-Varna).

The A2 Alternative has the further distinctive feature of performing both local and supra-local dual service in a unified venue that is both train-tram and long-distance rail, in analogy with continental benchmarks and experiences, such as the S-Bahn.

Subsequently, in the Case Study, the costs of the Alternative A2 for the upgrading (and “modernization”) of the existing railway were estimated at 140 million (168, accounting inflation). According to the Rail Company estimates, the costs of the completely new rail project located far south of all the settlements, constituting the Alternative A3, which would cost over 405 million (485, accounting inflation) are reported.

In terms of costs, the preferred Alternative 2 seems to be the most balanced, much more even than the status quo Alternative 1 (do nothing). The latter only apparently has no public construction costs. In fact, it hides enormous private costs and implicit (and not immediately monetary) social suffering, due to: car commuting (un-pooled) of people; travel times; air pollution; accident risks; congestion in cities; high private personal costs of using the individual vehicle. With the additional cost criterion, the ordinal data matrix was expanded and the multiple-criteria valuation was repeated, grading each criterion for each alternative with ordinal scores always expressed by the Panel of experts.

The results produced by the analytical model and the related software, both spatialized, confirmed the order of magnitude of the previous ranking of the alternatives, and underlined the reliability of the method of the approach and of the special algorithm, in line with the objectives expressed by the same criteria.

## 11. FIRST CONSIDERATION

The most updated literature (Ibrahim, 2022; and [in progressive order]: Nijkamp 1997; Nijkamp 2004a ; Button 2004b; Vreeker 2005; Nijkamp 2012; Carigliu

2013; Nijkamp 2013a; Beuthe 2018 a ; Camagni 2018 b) detects a total lack of significant prototype and Case Studies concerning the potential mitigation of local urban sprawl through local rail green public transportation. One aim of the present research is to provide answer to this neglected topic.

The research reached its goals with some innovations. The research reached the objective to obtain empirical evidence that valuation, through rigorous qualitative criteria and reliable ordinal algorithm, can analyze and compare alternative complex strategies of public transportation, choosing the best able to carry out, following the carry out (following the “expert-based strategic scenario approach”), multiple missions in synchrony: serve commuters in a green and sustainable mode as S-bahn; link people, cities and places in a stable way; mitigate sprawl by enhancing the compact neighborhoods and the dense districts ; curb pollution emissions.

Following the “expert-based strategic scenario approach” the research created an original set of specific criteria, to test and verify if strategies of public transportation can, in synchrony and in the same time, mitigate the local trend toward sprawl by toughening up the dense and multi - functional traditional towns and quarters serving directly their residents in addition to all other travelers.

Because one aim of the research is to overcome the total lack of prototype Case Study with a direct interaction between urban sprawl, compact settlements and strategic rail green public transportation, the research provides an exemplar real world Case Study in the narrowest area of continental Italy, of just 48 km twidth: the isthmus of Lamezia Terme (Cz) and Catanzaro, the central part of the Region of Calabria, the South most of continental Italy.

Furtherly., the research invented an original brand new general platform of multi criteria analysis, within Gis framework, made by Gevaul University Laboratory.

In the real world Case Study the strategies and projects are alternative and politics are stuck on that.

The academic free valuation performed in the research helped the real world, and the political arena made the choice for the alternative selected through the present free multi criteria valuation.

The methodology and the process are open access and repeatable, comparable, refutable, verifiable.

As the first conclusion, the research therefore achieved the aim of structuring the analysis and the valuation of alternative transportation infrastructure strategies and projects in a geographical area to derive, by applying a multiple-criteria engine, a hierarchical ranking for the choice between alternatives by methodology that is repeatable, comparable, refutable, verifiable.

The limit of qualitative variables and criteria is their strength: clear ordinal criteria can effectively and

comparatively value conflicting alternative political choices in a perfect way, without very expensive cost benefit analysis that can be performed in the subsequent step.

A limit of the present research is the lack of cost analytic estimate of the Alternative A2 selected through the “expert-based strategic scenario approach”.

The cost detailed estimate of the Alternative A2 shall be the issue for a first future research in the short term.

Beyond, in the medium term, further researches shall quantify the benefic ecological footprint of the stronger rail inter urban service and value the social benefit of avoiding CO<sub>2</sub> emissions due to a smaller use of private individual cars. Then, a benefit cost analysis can be sketched.

Further future research will be the assessment of the impact of increased accessibility (influencing also antiseismic safety, at large) on property values (Del Giudice, 2014; Manganelli, 2018).

\* **Mariangela Musolino**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: mariangela.musolino@unirc.it

\*\* **Domenico Enrico Massimo**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: demassimo@gmail.com

\*\*\* **Pierfrancesco De Paola**, Department of Industrial Engineering, University of Naples “Federico II”, 80 Vincenzo Tecchio Sq., 80125 Naples, Italy  
e-mail: pierfrancesco.depaola@unina.it

\*\*\*\* **Antonio Pietro Paolo Massimo**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: gevaul2@gmail.com

\*\*\*\*\* **Alessandro Malerba**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: malerbale@gmail.com

\*\*\*\*\* **Roberta Errigo**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: robertaerrigo23@gmail.com

\*\*\*\*\* **Riccardo Maria Cefalà**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: riccardo.cefala@gmail.com

\*\*\*\*\* **with Karen R. Polenske**, Emeritus, Department of Urban Studies and Planning (DUSP), Massachusetts Institute of Technology (MIT), Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts - 02139, Usa  
e-mail: gevaul4@gmail.com

#### Author's contributions

Authors contributed equally to the article. All authors have read and accepted the published version of the manuscript.

#### Bibliography

«Nell'area di ricerca sociale ed economica riguardante la potenziale mitigazione dell'espansione urbana incontrollata LOCALE attraverso il trasporto pubblico verde su rotaia, c'è una totale mancanza di prototipi e casi di studio significativi a livello LOCALE»  
(Ibrahim, 2022)

#### INTRODUCTORY RESEARCH ON SPRAWL

CLAWSON M., *Suburban Land Conversion*. Series: RFF: 405 pages. Publisher: RFF Press, 1st Ed. edition, Washington, Mimeo, 1971.

CLAWSON M., *Planning and Urban Growth: An Anglo-American Comparison, Resources for the Future, Cities and Towns*, Washington, Mimeo, 1973.

#### SPRAWL

YOUNG D., *Alternatives to Sprawl*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Ma, Usa. ISBN: 1-55844-128-X, 1995.

GALSTER G., HANSON R., RATCLIFFE M., COLEMAN S., FREIHAGE J., *Wrestling Sprawl to the Ground*, Housing Policy Debate. Vol. 12, n. 4, 2001.

KIM A.M., *Urban Land Market Development in Transition Economies*. Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Ma,

Usa. Mimeo, 2002.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, URBAN SPRAWL IN EUROPE, *The Ignored Challenge*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISSN 1725-9177, 2006.

EMILIANI V., *Il consumo di suolo in Italia*. Roma. Mimeo, 2007.

SAUM C., *Beijing and Shanghai: Places of Change and Contradiction*. *Land Lines*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Ma, Usa, 2008, Vol. 20, n. 4: pp. 2-7.

#### LOCAL SPRAWL VALUATION

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Valutazione dell'urban sprawl e strumenti GIS*. In: Asita (ed) Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali. Asita, Milano, ISBN 978-88-903132-2-6, 2009a, Vol. II: pp. 1399-1404.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Urban sprawl e crescita economica territoriale. La sfida della scala in una stima a livello sub-regionale*. In: Atti della XXX Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRe. Federalismo, integrazione europea e crescita regionale. Firenze, 09-11.09.2009. AISRe, Milano. CD-Rom, 2009b.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *Valuation of Landscape Change*. Sprawl as a Driver in the Backstage of Landscape Mosaic. Architettura del Paesaggio. CD-Rom. ISSN: 1125-0259, 2009.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., FRAGOMENI C., GUIDARA M., MALERBA A., MARZO MICALE A., MASSIMO A.P.P., MERCURI A.E.S., VESCIO M., *GIS dello sprawl urbanistico. Recenti innovazioni nelle stime quantitative*. In: Atti della 12a Conferenza Nazionale Utenti ESRI. Gis in action. Roma, 27-28.05.2009. ESRI Italia, Roma. CD-Rom, 2009.

MASSIMO D.E., *Valutazione diacronica dei rapporti tra diverse tipologie di paesaggio. Un Caso di Studio di area vasta*. In: Stanghellini S. (ed) Valutazione e progetto di paesaggio. DEI, Roma, 2009.

#### VALUATION OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURES

BEN-AKIVA M.E., LERMAN S., *Disaggregate Travel and Mobility-Choice Model and Measures of Accessibility*. In: Hensher D., STOPHER P. (ed.) Behavioural Travel Modeling. Proceedings of the 3rd International Conference on Behavioural Travel Modeling. Croom Helm, London: 1997, pp. 645-679.

BEN-AKIVA M.E., BIERLAIRE M., *Discrete Choice Method and Their Application to Short-Term Travel Decisions*. In: Hall R. W. (ed.) Handbook of Transportation Science. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa, 1999.

CAMERON I., KENWORTHY J.R., LYONS T.J., *Understanding and predicting private motorized urban mobility*. Transportation Research. Part D, 2003, Vol. 8: pp. 267-283.

GAKENHEIMER R., ZEGRAS C., *Drivers of travel demand in cities of the developing world*. Mobility 2030: Meeting the challenges of sustainability. World Business Council for Sustainable Development, Conches-Geneva. Mimeo, 2004.

HALL R.W. (ed.), *Handbook of Transportation Science*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa, 1999.

WILSON N.H.M., NUZZOLO A., *Schedule-Based Dynamic Transit Modelling: Theory and Applications*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa, 2004.

ZEGRAS C., *Mainstreaming Sustainable Urban Mobility*. In: Dimitriou H., Gakenheimer R. (ed.) Transport Policy-Making and Planning for Cities of the Developing World. Routledge, New York, Usa, 2009.

ZEGRAS C., GAKENHEIMER R., *Urban Growth Management for Mobility: The Case of the Santiago, Chile Metropolitan Region*. Lincoln Institute of Land Policy and MIT Cooperative Program, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo, 2000.

ZEGRAS C., SRINIVASAN S., *Household Income, Travel Behaviour, Location and Accessibility: Sketches From Two Different Developing Contexts*. Transportation Research Record. N. 2038. Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C., Usa. ISSN: 0361-1981, 2007.

ZEGRAS C., SUSSMAN J., CONKLIN C., *Scenario Planning: a Proposed Approach for Strategic Regional Transportation Planning*, Journal of Urban Planning and Development. Vol. 130. American Society of Civil Engineers, Renton, Va, Usa, 2004.

ZHAN G., *Transfers and Path Choice in Urban Public Transportation System*. Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo, 2008.

ZHAO J.H., WILSON N.H.M., RAHBEA A., *Estimating Rail Passenger Trip Origin-Destination Matrix Using Automatic Data Collection*. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2006, Vol. 22, n. 5: pp. 376-387.

#### VALUATION OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURES. ITALY

MARCUCCI E., GATTA V., *Definizione e metodi di stima della qualità nei servizi: il caso dei trasporti*. Università degli Studi di Urbino, Urbino. Mimeo, 2005.

MARONE E. (ed.), *Le grandi infrastrutture: approcci di ordine giuridico, economico ed estimativo*. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-2481, 2005.

MARONE E. (ed.), *La Valutazione degli investimenti infrastrutturali urbani ed extraurbani*. Aspetti giuridici, estimativi ed ambientali. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-249X, 2009.

STANGHELLINI S., *La selezione dei progetti e il controllo dei costi nella riqualificazione urbana e territoriale*. Alinea Editrice, Firenze: pp. 217-242. ISBN: 888-12-583-74, 2004.

#### VALUATION OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURES. LOCAL AND REGIONAL SCALE

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Transport system to re-direct the "sprawl without growth"*. Comparison between alpine and southernmost Italian regions. In: Atti della XXXI Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRe. Identità,



qualità e competitività territoriale. Sviluppo economico e coesione nei territori alpini. Aosta, 20-22.09.2010. AISRe, Milano. CD-Rom, 2010.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Sustainable Transport to Foster Urban Sustainability versus Sprawl*. In: Proceedings of the XII Scientific Meeting of the Italian Society of Transport Economics, SIET. Sustainability, quality and security in transport and logistics systems. Rome 17-18.06.2010. FrancoAngeli, Milano (In press), 2010.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., CEFALA R.M., VESCIO M., *Sustainable Public Green Transport to Face Sprawl*. Geodatabase for Impact Valuation and Alternative Choice. In: Asita (ed.) Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali. Asita, Milano: 2010, pp. 1281-1287. ISBN: 978-88-903132-5-7.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *Urban sprawl e valutazione di infrastrutture di trasporto*. Un Caso di Studio nell'area centrale della Calabria. In: Marone E. (ed.) La Valutazione degli investimenti infrastrutturali urbani ed extraurbani. Aspetti giuridici, estimativi ed ambientali. Firenze University Press, Firenze, 2009b. ISSN: 1826-249X.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *GIS for Valuation of Urban Sprawl and Green Transportation*. Proceedings of the 30th ESRI International User Conference. Geography - Opening the World to Everyone. San Diego, California, Usa. July 12-16.07.2010. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom, 2010.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Valuation of green transportation to foster sustainable development*. In: Borruso G., Bertazzon S., Favretto A., MURGANTE B., TORRE C. (ed.) *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies*. IGI Global, Hershey, Pa (Usa), 2010.

#### TRANSPORTATION PLANNING AT COUNTRY LEVEL

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, PON TRASPORTI 2000-2006. Roma. Mimeo, 2001.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, Piano Generale dei Trasporti e della Logistica nazionale e corridoi paneuropei e magrebino. Roma. Mimeo, 2001.

#### TRANSPORTATION PLANNING AT REGIONAL AND PROVINCIAL LEVEL

PROVINCIA DI CATANZARO, *Piano di Bacino della Provincia di Catanzaro* redatto ai sensi dell'art.11 della l.r. 23/1999. Gruppo Soges, Catanzaro. Mimeo, 2006.

REGIONE CALABRIA, *Programma Operativo Regione Calabria. Complemento di programmazione*. Scheda di Misura. Asse VI – Reti e Nodi di Servizio. Catanzaro. Mimeo, 2001.

REGIONE CALABRIA, *Piano Regionale dei Trasporti. Adeguamento ed aggiornamento (Maggio 2003)*. Vol. 1: Analisi della situazione attuale e previsione degli scenari futuri. Ecosfera, Catanzaro. Mimeo, 2003.

REGIONE CALABRIA, *Programma Operativo Regionale*, POR Calabria, FESR 2007–2013. Catanzaro. Mimeo, 2007.

#### NEW URBANISM. ORIGIN

KRIER L., *Rational Architecture Rationelle*, Bruxelles, AAM Editions, 1978.

KRIER L., *Drawings 1967-1980*, Bruxelles, AAM Editions, 1981.

KRIER L., *Houses, Palaces, Cities*. Edited by Demetri Porphyrios, Architectural Design, 54 7/8, 1984.

KRIER L., *Architecture & Urban Design 1967-1992*, London, Academy Editions, 1992.

KRIER L., *Architecture: Choice or Fate*, London, Andreas Papadakis Publishers, 1998.

KRIER L., *Get Your House Right*, Architectural Elements to Use & Avoid, New York, Sterling Publishing, 2007.

KRIER L., *The Architectural Tuning of Settlements*, London, The Prince's Foundation, 2008.

KRIER L., *Drawing for Architecture*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2009.

KRIER L., *The Architecture of Community*, Washington DC, Island Press, 2009.

PORPHYRIOS D., *New Urbanism*, Architectural Design, 1984, 54, 7/8.

#### TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT, TOD. ORIGIN

ARRINGTON G.B., PARKER T., *Factors for Success in California's Transit-Oriented Development*. California Department of Transportation, Statewide Transit-Oriented Development Study, Sacramento, 2001.

BERTOLINI L., *Spatial Development Patterns and Public Transport: the Application of an Analytical Model in the Netherlands*. Planning Practice and Research, 1999, Vol. 14, n. 2, pp. 199-210.

CALTHORPE P., *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press, New York, 1993.

CERVERO R., DUNCAN M., *Transit's Value Added*. Urban Land, Vol. 61, n. 2, 2002, pp. 77-8.

CERVERO R., FERRELL C., MURPHY S., *Transit-Oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review*, TCRP Project H-27, Research Results Digest, n. 52. October, 2002.

HUANG H., *The Land-use Impacts of Urban Rail Transit Systems*. Journal of Planning Literature, 1996, Vol. 11, n. 1: pp. 17-30.

PORTER D.R., *Transit-Focused Development: a Synthesis of Transit Practice*. National Academy Press, Washington, 1997.

RICS, *Transport Development Areas: Guide to good practice*. RICS, London, 2002.

TOD Institute, *Elements of Placemaking*. TOD Institute, Washington, DC, Usa, 2023.

#### TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT, TOD. GENERAL REVIEW 2022

IBRAHIM, S.M., AYAD H.M. & SAADALLAH D.M., *Planning*



transit-oriented development (TOD): a systematic literature review of measuring the transit-oriented development levels. *International Journal of Transport Development and Integration*, 6(4), 378-398, 2022 .

#### TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT, TOD. MOST RECENT APPLICATIONS

ASHIK F.R., RAHMAN M.H., KAMRUZZAMAN M., «*Investigating the impacts of transit-oriented development on transport - related CO<sub>2</sub> emissions*», *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 105: 103227, 2022.

#### TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT, TOD. JUST SOME VERY RECENT IMPLEMENTATIONS (2007-2023)

«Transit-Oriented Development Guidelines». City of Ottawa.

Wayback Machine. Abag.ca.gov. 2008.

<https://humantransit.org/2009/07/how-paris-is-like-los-ang eles .html>. «How Paris is Like Los Angeles (Via New York)». 2009.

San Francisco Bay Area Vision Project. Archived, June 7, at the Wayback Machine, Bayareavision, 2009.

«Old Town Fort Road Redevelopment». City of Edmonton. 2010.

«Stadium Station Transit Oriented Development». City of Edmonton. 2010.

Arlington joins DC in Bike-Sharing Program». MyFoxDC.com. 2011.

«Arlington votes (sort of) to expand cabi; more places likely to follow». The Wash Cycle. 2011.

«Arlington County, Virginia – National Award for Smart Growth Achievement–2002 winner presentation». Epa.gov. 2011.

«Smart growth: PLanning Division: Arlington, Virginia». Arlingtonva.us. 2011.

«Buftod 2012». 2012

Un Premier Plan d'Aménagement Durable pour le Grand Montréal | *Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec*. Voirvert.ca. 2013.

Transit Oriented Development, Sustainable City Living The Milton. 2013.

Nahlik M.J., Chester M.V., *Transit-oriented smart growth can reduce life-cycle environmental impacts and household costs in Los Angeles*. *Transport Policy*, 2014, 35, pp. 21–30.

«What is TOD?». Institute for Transportation and Development Policy. July 24, 2014.

«Master Plan». MacArthur Station. 2017.

«More density around rail stations and new schemes for renters: NSW housing plan». 2017.

«Sydney stations chosen for mass-transit-oriented developments». 2017.

«News in brief: city seeking public art for southwest rapid

transitway», *Winnipeg Free Press*, 2017.

CREDIT K., «*Transit-oriented economic development: The impact of light rail on new business starts in the Phoenix, AZ Region, USA*», *Urban Studies*, 2018, 55 (13), pp. 2838–2862.

«News in brief: City seeking public art for southwest rapid transitway». *Winnipeg Free Press*. 2018.

«The 'Rail plus Property' model: Hong Kong's successful self-financing formula». McKinsey & Company. 2018.

«Developers see 2019 as good year for building near transit stops». *The Jakarta Post*. 2019.

Concetto di sviluppo urbano con 5 prototipi di stazioni ferroviarie elettriche TOD. 2020.

A study on Transit Oriented Development in Thailand. Executive Summary Report Chon Buri (Pattaya) TOD Prototype (PDF), 2021.

«BRIO». *Calgary.skyrisecities.com*. 2021.

«Chicago releases first-ever equitable transit-oriented development plan». *Streetsblog Chicago*. 2021.

«Hiatus for Bandar Malaysia project». *The Star*. 2021.

High Speed Rail Project Construction In Chonburi Linked To Three Major Airports Expected To Start, 2021.

Makkasan TOD Thailand – Aravia. 2021.

«Midtown Station». *Calgary.skyrisecities.com*. 2021.

NYC Subway Neighborhoods: Which Have Best and Worst Access? | *StreetEasy*. *StreetEasy Blog*. 2021.

PAUL J., TAYLOR B.D., «*Who lives in transit-friendly neighborhoods? An analysis of California neighborhoods over time*». *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 10: 100341, 2021.

Planning (March 8, 2017). «*Melbourne 2030: Planning for sustainable growth*». *Planning*. 2021.

Si Racha TOD Thailand – Aravia. 2021

«TRANSIT Oriented Development implementation strategy» (PDF). City of Calgary, 2021.

«University City». *Calgary.skyrisecities.com*. 2021.

«The 'Rail plus Property' model: Hong Kong's successful self- financing formula McKinsey». *www.mckinsey.com*. 2022.

«Criteria and Scoring Guide, Transit Village Initiative, Community Programs». *www.state.nj.us*. 2023.

«Frequently Asked Questions, Transit Village Initiative, Community Programs». *www.state.nj.us*. 2023.

«Transit Village Initiative overview, Community Programs». *www.state.nj.us*. 2023.

#### MULTI CRITERIA ANALYSIS, MCA. REGIME ORIGIN

ALBERS L.H., GEWICHTLOZE G., *Cultuurhistorische betekenis van landgoederen geëvalueerd met behulp van multi criteria analyse*. *Delftse Universitaire Pers*, Delft, NI, 1987.

COCCOSSIS H., NIJKAMP P. (ed.), *Planning for Our Cultural Heritage*: Avebury Publisher. Aldershot (England, Uk);

Brookfield (Vt, Usa); Hong Kong; Singapore; Sidney. ISBN: 18-597-217-88, 1995.

HARTOG J. A., HINLOOPEN E., NIJKAMP P., *Multi Criteria Methoden*. Vrije Universiteit, Amsterdam, 1988.

HINLOOPEN E., De Regime Methode. Masterthesis Vrije Universiteit, Amsterdam, 1985.

HINLOOPEN E., NIJKAMP P., Regime-methode voor ordinale multicriteria-analyses; Een beschouwing en een commentaar. Rev. Kwantitatieve Methoden, n. 22, 1986, pp. 61-78.

ISRAELS A.Z., KELLER W.J., Multicriteria Analyse voor ordinale data. Kwantitatieve Methoden, 1986, Vol. 21: pp. 49-74.

NIJKAMP P., VREEKER R., «Sustainability assessment of development scenarios: methodology and application». Ecological Economics, Elsevier, vol. 33(1), 2000 April, pp. 7-27.

#### **MULTI CRITERIA ANALYSIS. FLAG MODEL**

Ouwersloot H., A Decision Support System for Regional Sustainable Development: The Flag Model, Theory and Implementation of Sustainable Development Modelling, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, the Netherlands, 1998.

#### **MCA EXPERT-BASED STRATEGIC SCENARIO APPROACH, FOR VALUATION OF SUSTAINABLE URBAN TRANSPORTATION SYSTEMS**

NIJKAMP P., OUWERSLOOT H., RIENSTRA S.A., *Sustainable Urban Transport Systems: An Expert-based Strategic Scenario Approach*. Sage Journals 1997, Vol. 34, Issue 4, doi.org/10.1080/0042098975989.

NIJKAMP P., REGGIANI A., TSANG W.F., *Comparative modelling of interregional transport flows: Applications to multimodal European freight transport*. European Journal of Operational Research 2004, Vol. 155, Issue 3, pp. 584-602, doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.007.

BUTTON K.J., NIJKAMP P., RIETVELD P., *Land-use, Transportation and Urban Development*. Contributions to Economic Analysis 2004, Vol. 266, pp. 151-179, doi.org/10.1016/S0573-8555(04)66006-8.

VREEKER R., NIJKAMP P., *Multicriteria Evaluation of Transport Policies*. In Button K.J., Hensher D.A. (eds), *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, 2005, Vol. 6, pp. 507-526. Emerald Group Publishing Limited, Bingley, doi.org/10.1108/9780080456041-030.

NIJKAMP P., BLAAS E.W., *Impact Assessment and Evaluation in Transportation Planning*. Transportation, research, economics and policy, 2012. Springer Science and Business Media, Dordrecht, ISBN 978-90-481-4353-5, doi: 10.1007/978-94-015-8293-3.

CARAGLIU A., DEL BO C., NIJKAMP P., «Smart Cities in Europe». In Deakin M. (ed), *Creating Smart-er Cities*, 2013. Routledge, London, ISBN 9781315873244, doi.org/10.4324/9781315873244

NIJKAMP P., KOURTIT K., *The «New Urban Europe»: Global*

*Challenges and Local Responses in the Urban Century*. European Planning Studies 2013, Vol. 21, Issue 3, pp. 291-315, doi.org/10.1080/09654313.2012.716243.

BEUTHE M., NIJKAMP P., *New Contributions to Transportation Analysis in Europe*. Routledge Revivals, 2018. Routledge, Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, ISBN 978-1-138-33859-3.

CAMAGNI R., CAPELLO R., NIJKAMP P., «New Governance Principles for Sustainable Urban Transport». In Beuthe M., Nijkamp P. (eds), *New Contributions to Transportation Analysis in Europe*. Routledge Revivals, 2018. Routledge, Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, ISBN 9780429441585.

#### **MULTI CRITERIA ANALYSIS BRAND NEW GIS-MCA-GEVAUL APPROACH, SYSTEM AND TOOLS. ORIGIN**

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Form of urban space, sprawling settlement, role of infrastructures*. In: FALLANCA C. (ed.) Spazio e Società. Centro Stampa d'Ateneo, Reggio Calabria pp. 275-278. ISBN 978-88-89367-45-2, 2010.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *GIS for Valuation of Urban Sprawl and Green Transportation*. Proceedings of the 30th ESRI International User Conference. Geography – Opening the World to Everyone. San Diego, California, Usa. July 12-16.07.2010. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom, 2010.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., Land use dynamics and planning, sprawl and transport alternatives. Act locally, impact regionally. In: Atti della Sesta Conferenza Nazionale in Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale. Input 2010. Università degli Studi della Basilicata, Potenza, 2010a.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Valuation of green transportation to foster sustainable development*. In: BORRUSO G., BERTAZZON S., FAVRETTO A., MURGANTE B., TORRE C. (ed.) *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies*. IGI Global, Hershey, Pa (Usa), 2010b.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A. & CEFALÀ R., Valutazione a criteri multipli di alternative di trasporto per fronteggiare lo sprawl. Aestimum, 65-84, 2011.

#### **MULTI CRITERIA ANALYSIS CASE STUDIES. ORIGIN**

MASSIMO D.E., *Heritage conservation economics: A case study from Italy*. In: Coccossis H., Nijkamp P. (ed.) Planning for Our Cultural Heritage: Avebury Publisher. Aldershot (England, Uk); Brookfield (Vt, Usa); Hong Kong; Singapore; Sidney. ISBN: 18-597-217-88, 1995.: pp. 171-189. ISBN: 18-597-217-88, 1995.

MASSIMO D.E., *Valutazione multidimensionale dei beni culturali: il Castello di Nicastro*. In: Fusco Girard L., Nijkamp P. (ed.) Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio. FrancoAngeli, Milano: pp. 388-418. ISBN: 88-464-0182-4, 1997.

MASSIMO D.E., *Riqualficazione urbana e sviluppo*

*economico. Case Action in Calabria.* In: Camagni R., Fazio V. (ed.) Politiche locali, infrastrutture per lo sviluppo e processi di integrazione euro-mediterranea. Scienze Regionali 29. FrancoAngeli, Milano: pp. 279-296. ISBN: 88-464-1663-5, 1999.

MASSIMO D.E., *Valutazione dell'insediamento storico per la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile. Stima tassonomica e valore culturale.* Quaderni del Dipartimento Patrimonio Architettonico e Urbanistico. Vol. 29-32: pp. 451-478. ISSN: 1121-0745, 2006.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *Uno strumento integrato economico-urbanistico per il governo territoriale di area vasta. Il Sistema Generale di informazione per la Valutazione, SGV. Un caso applicativo.* In: Marone E. (ed.) Area vasta e governo del territorio. Nuovi strumenti giuridici, economici ed urbanistici.

Firenze University Press, Firenze: pp. 95-149. ISSN: 1826-2481, 2006.

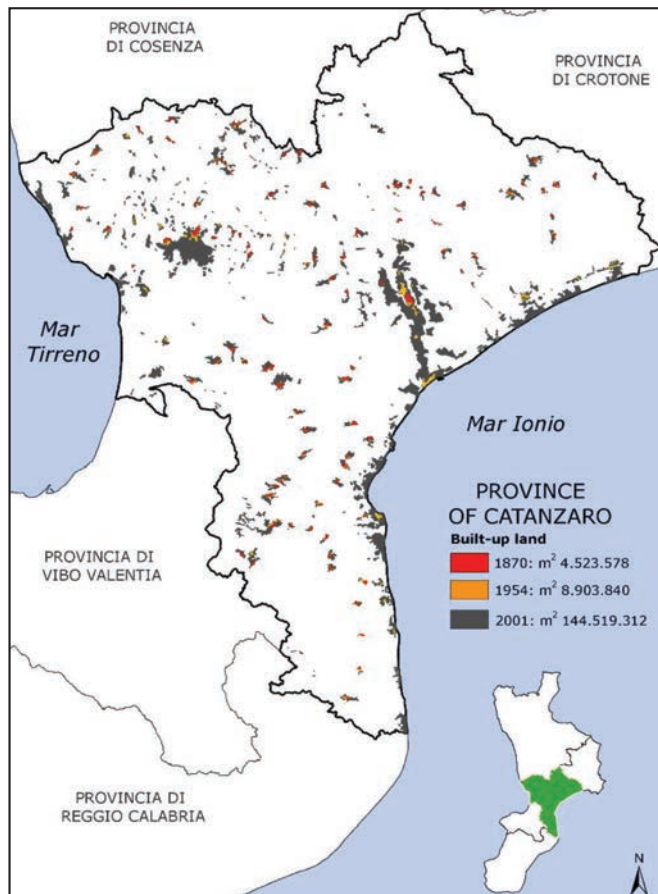
MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Historic Center Evaluation Using GIS: a System Provided to Government.* In: Proceedings of 27th ESRI International User Conference. GIS: The Geographic Approach. San Diego, California, Usa, 18-22.06.2007. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom, 2007.

#### IMPACT OF ACCESSIBILITY ON PROPERTY VALUES

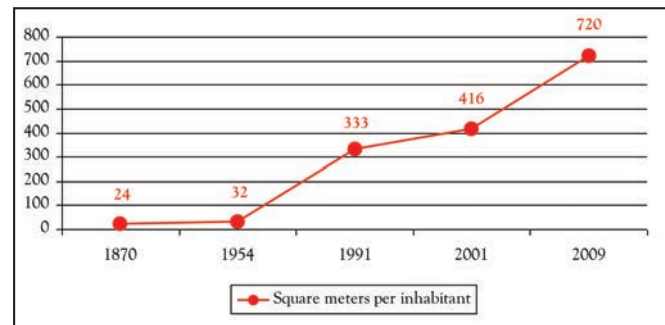
MAGANELLI B., VONA M., DE PAOLA P., *Evaluating the cost and benefits of earthquake protection of buildings.* Journal of European Real Estate Research, 2018, 11(2), pp. 263-278.

DEL GIUDICE V., DE PAOLA P., *undivided real estate shares: Appraisal and interactions with capital markets.* Applied Mechanics and Materials, 2014, 584-586, pp. 2522-2527.

## FIGURES



**Figure 1 - Urban sprawl assessment.** Original settlements at 1870 (red) and 1954 (orange) within the sprawl of today expansion (grey). Entire province of Catanzaro, within Calabria region, the Southern most of continental Italy. Source: Authors.



**Figure 2 - Graph.** Province of Catanzaro. Valuation of urban evolution. Diachronic analysis 1870-2009. Trends: square meters of soil occupied per each inhabitant (green squares). Source: Authors.



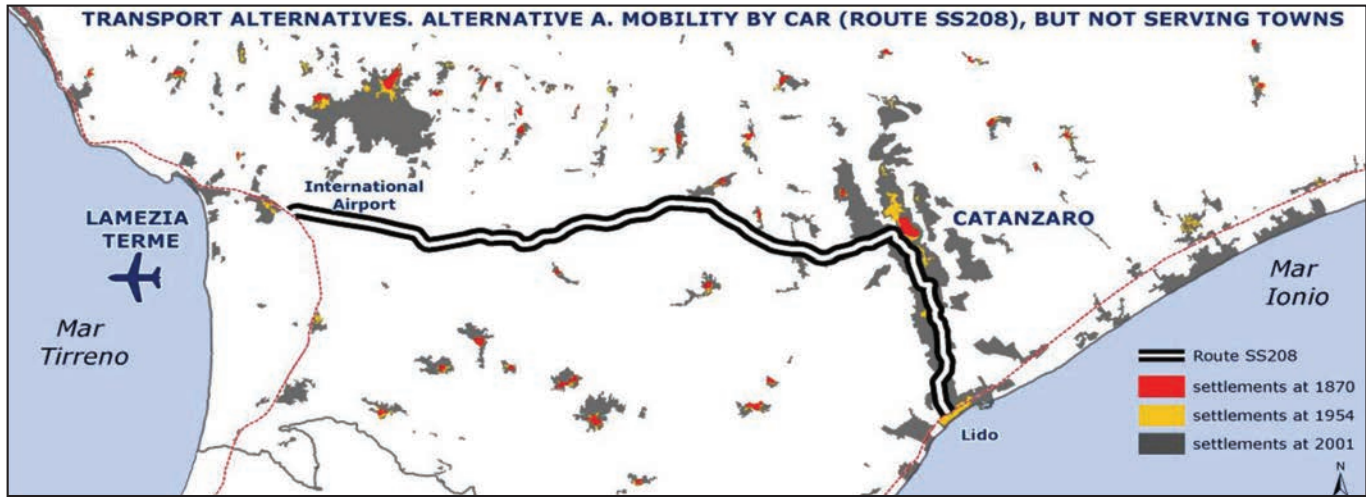


Figure 3 - Central area of Calabria: Lamezia Terme - Catanzaro. Transport alternative. Mobility by private cars on route SS208, not serving towns (28.000 cars each day). Source: Authors.

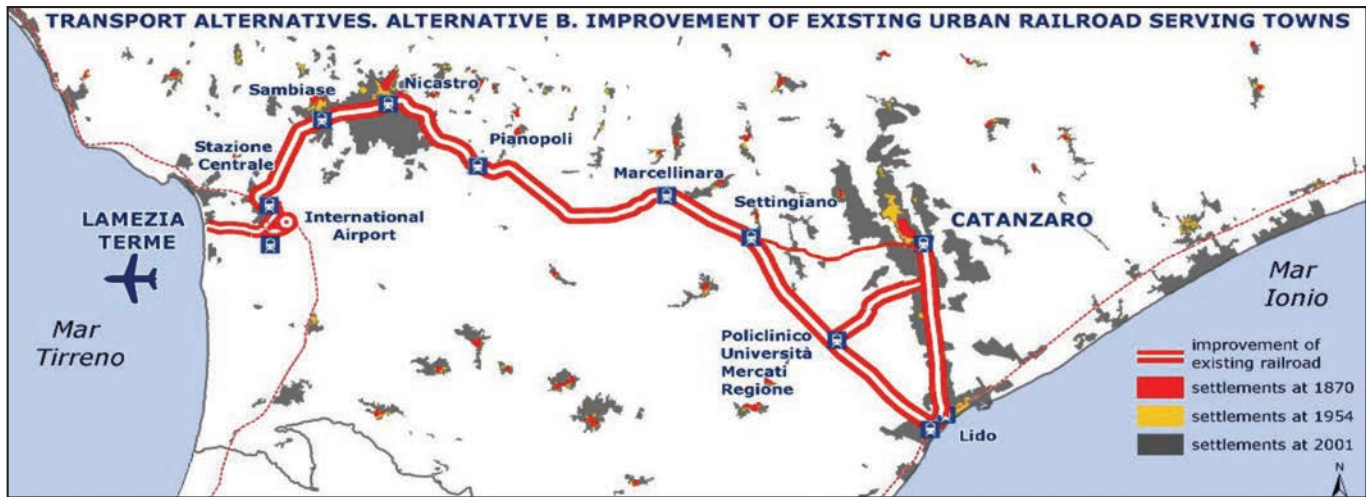


Figure 4 - Central area of Calabria: Lamezia Terme Transport alternative. Improvement of the existing urban railroad (green) crossing urban settlements and serving more than 250.000 inhabitants in towns. Source: Authors.

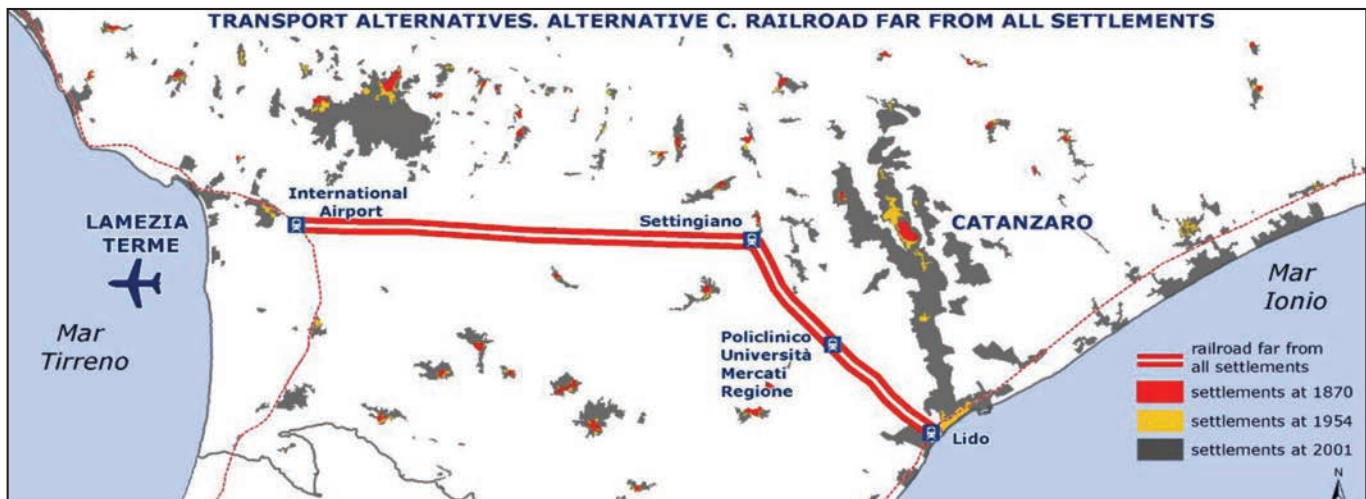


Figure 5 - Central area of Calabria: Lamezia Terme - Catanzaro. Transport alternative. Hypotetical new railroad far from settlements. Source: Authors.



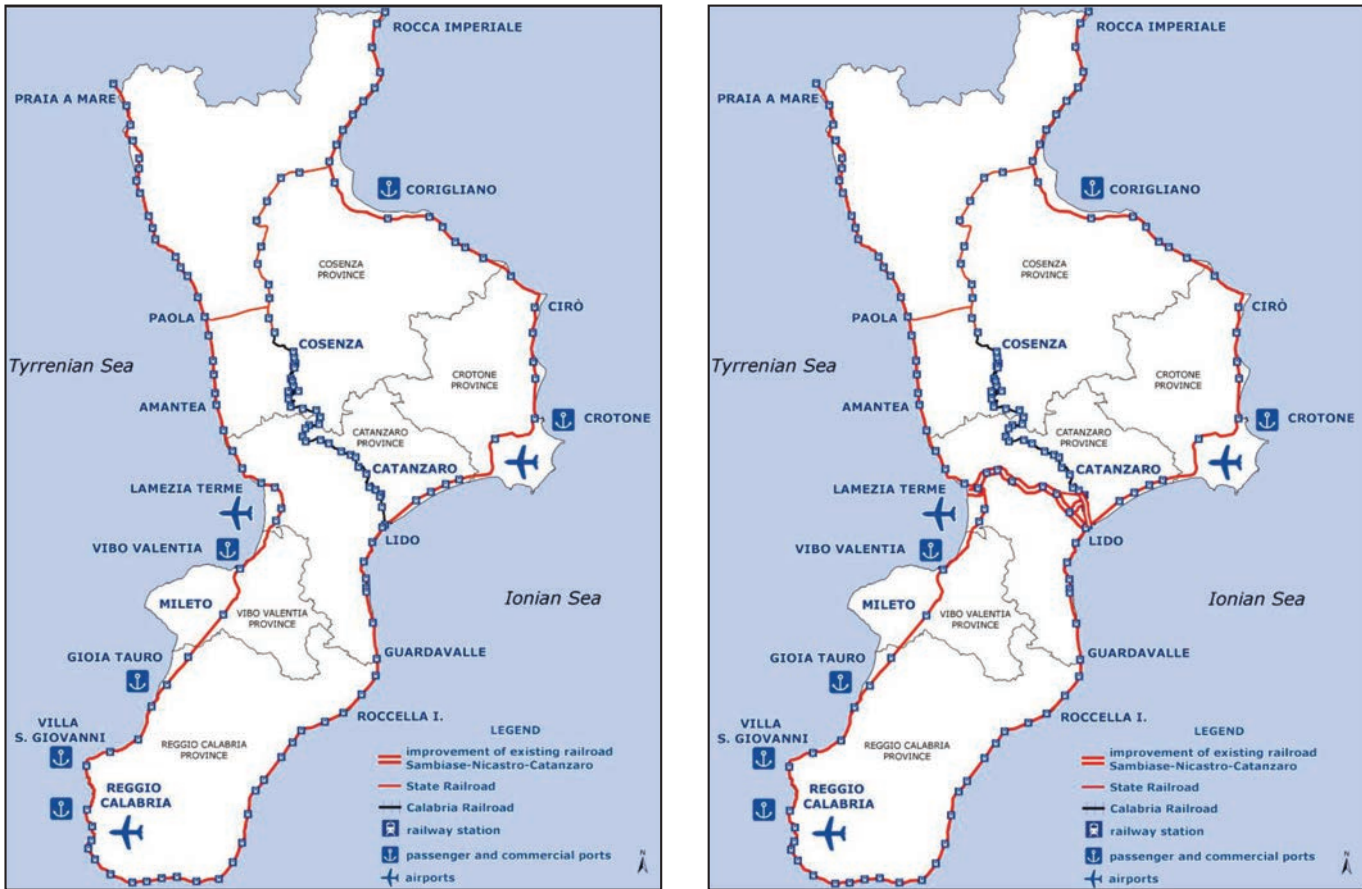


Figure 6 - Impact of the alternative transport strategies at regional level. Infrastructures to connect and unify Calabria. The isthmus connection between the two national Tyrrhenian and Ionian-Adriatic rail corridors and narrowest part of Italy (40 km). Source: Authors.

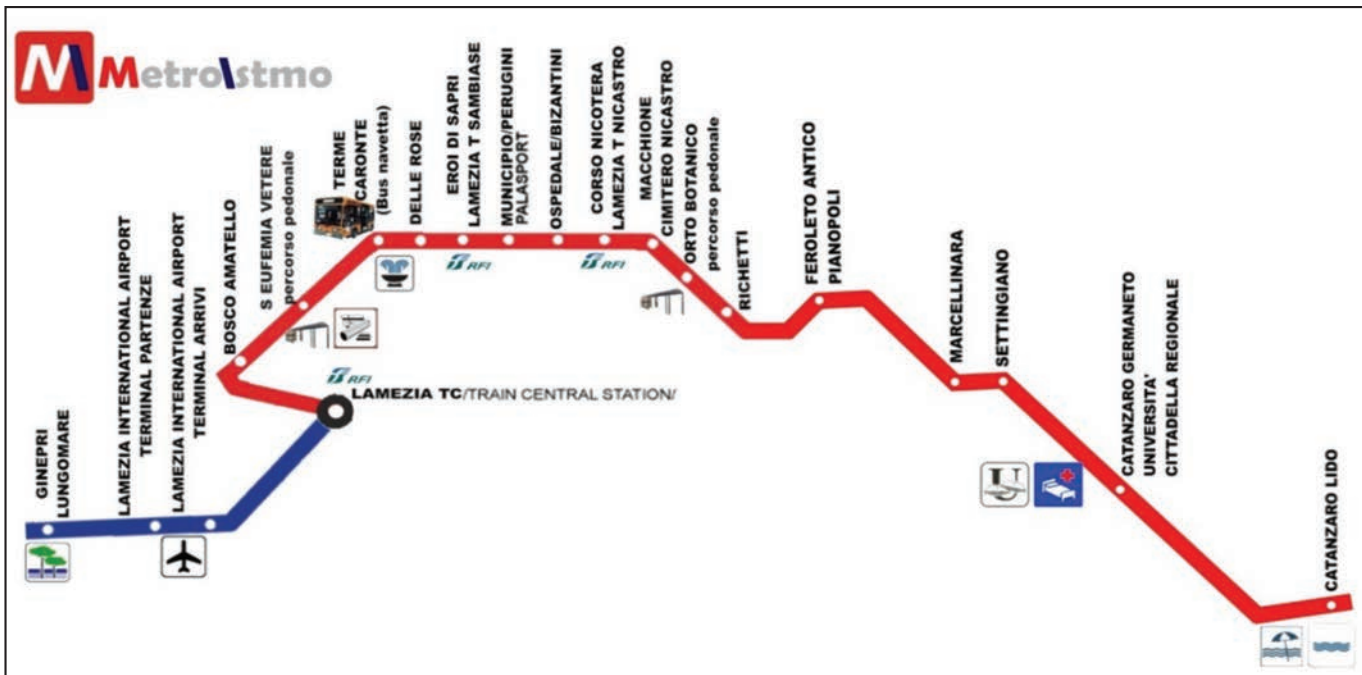


Figure 7 - Impact of the alternative transport strategies at local level. The Metro Istmo S-bahn multi purpose railroad. The isthmus inter city connection between the two national Tyrrhenian and Ionian-Adriatic rail corridors and narrowest part of Italy (40 km). Source: Authors.



**Figure 8 - Case Study.** Leon Krier contributes to the transport strategy in the Area Airport - Santeufemia - Sambiase - Nicastro - Pia-nopoli - Germaneto - Lido - Catanzaro. First origin of New Urbanism and TOD. May 1983. Source: Authors.



**Figure 9 - Case Study.** Consultation of social organizations concerning the three transport alternative strategies. Source: Authors.



**Figure 10 - Case Study.** Inter University permanent Partner Ship between the Gevaul Mediterranea PAU Department with MIT (Cambridge, Usa) on sustainable urban development, accessibility and green transport in Calabria with a focus on the central area. Source: Authors.

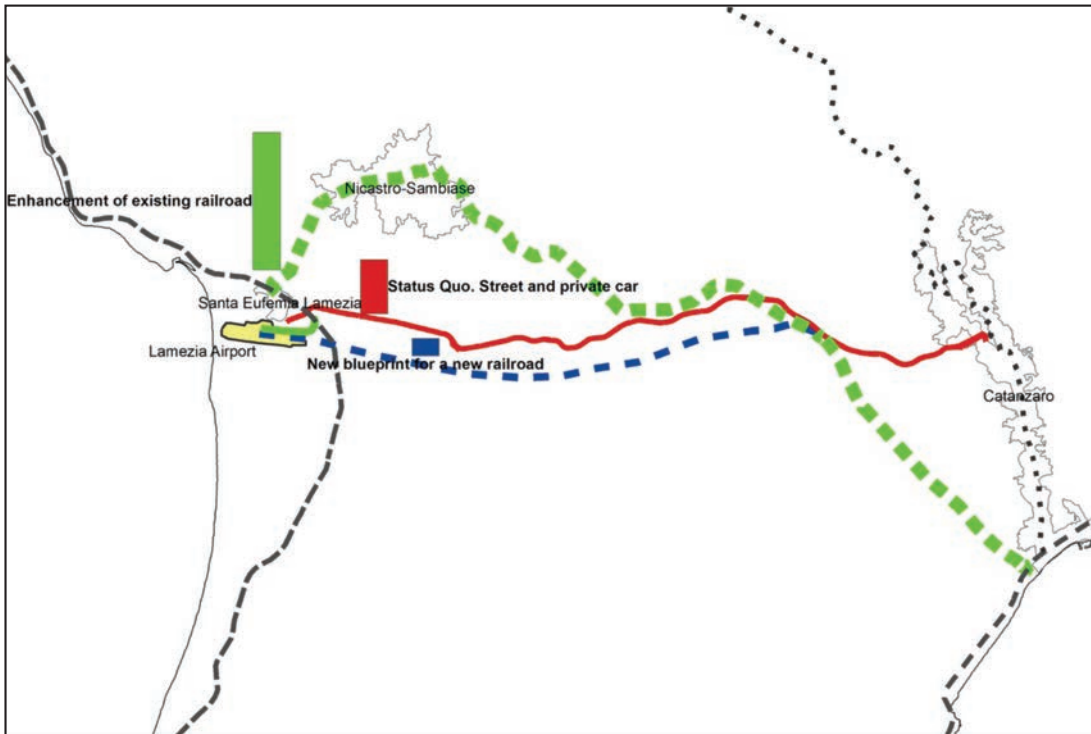


Figure 11 - Case Study. Central area of Calabria: Lamezia Terme - Catanzaro opportunity transport Alternatives: red=1; green=2; blu=3. Platform supported by geographic systems that provides scored topographically localized data. Source: Authors.





# Valutazione multi-criteriale e analisi di scenario di strategie di trasporto per mitigare lo sprawl locale

Mariangela Musolino \*,  
Domenico Enrico Massimo \*\*,  
Pierfrancesco De Paola \*\*\*,  
Antonio Pietro Paolo Massimo \*\*\*\*,  
Alessandro Malerba \*\*\*\*\*,  
Roberta Errigo \*\*\*\*\*, Riccardo Maria Cefalà \*\*\*\*\*,  
con Karen R. Polenske \*\*\*\*\*,

*Parole chiave:* estimo, valutazione, analisi multi criteriale, trasporto sostenibile, transit - oriented development (TOD), sprawl urbano, sprawl locale

## Abstract

La ricerca generale qui introdotta riguarda il fenomeno dello sprawl urbano definito come «il modello fisico dell'insediamento a bassa densità nelle aree urbane», che si è sviluppato nel precedente secolo.

La specifica attenzione, nell'ambito della ricerca più generale citata, è sulla relazione tra sprawl locale e trasporto pubblico verde. Lo studio specifico qui presentato è un possibile approccio alla pianificazione e alla gestione delle risposte politiche all'espansione urbana incontrollata attraverso l'integrazione di sistemi insediativi densi e consolidati (in vista della loro rivitalizzazione) con il trasporto pubblico verde locale su rotaia nel quadro del TOD (Transit-Oriented Development).

Emerge una questione fondamentale riguardo allo sprawl: ci sono casi prototipali in cui il TOD e il trasporto pubblico verde locale su rotaia aiutano a rivitalizzare e rigenerare l'insediamento invece di subire lo sprawl? Non sono state tradotte applicazioni nella letteratura più recente che appunto raccomanda invece di effettuare nuove ricerche riguardanti soluzioni proprio attraverso applicazioni reali, data la scarsità ovvero la totale assenza di casi di studio.

Una strategia generale di ricerca è stata applicata in uno

specifico Caso di Studio in Calabria, la regione mediterranea più meridionale dell'Italia continentale nell'Unione Europea, all'interno della sub-area sub-regionale più urbanizzata, detta Lamezia-Catanzaro, dai nomi delle due principali città. Ciò per supportare le comunità locali nell'analisi e nel superamento o mitigazione del dilagante fenomeno locale dello sprawl, facendo affidamento sul trasporto pubblico verde TOD ferroviario.

Nel Caso di Studio della presente ricerca ci sono tre alternative nel trasporto pubblico sub regionale: A1; A2; A3.

A1 è lo status quo. L'A2 è l'ammodernamento della ferrovia che, pur esistendo, è illogicamente trascurata. A3 è un nuovo inaspettato progetto da parte dell'ente gestore ferroviario per un nuovo tracciato nel sud della sub area in oggetto, completamente lontano dagli insediamenti abitati più importanti e al di fuori di qualsiasi piano pubblico istituzionale di trasporto o mobilità o accessibilità o infrastrutture.

Le tre alternative sono state sottoposte a discussioni sociali e a una valutazione qualitativa da parte di un gruppo di esperti terzi o Panel. L'approccio di valutazione basato su criteri multipli ha portato a preferire l'alternativa A2 rispetto

alle alternative A1 e A3. L'Alternativa A2 prescelta si integra perfettamente con l'insediamento esistente rispondendo ad un criterio fondamentale e strategico posto in cima alla valutazione: l'integrazione della ferrovia urbana direttamente nei densi centri abitati consolidati esistenti.

Questa Alternativa A2 preferibile ha tra le sue caratteristiche peculiari:

- collega direttamente molti degli insediamenti abitati della zona;
- può servire circa PIÙ DI 250.000 potenziali residenti locali;
- collega da costa a costa l'istmo più stretto a livello regionale e nazionale;
- realizza il collegamento più veloce e più breve possibile sul territorio nazionale tra le due fondamentali dorsali ferroviarie Tirreno (Palermo - Roma - Milano\Torino) e Ionio-Adriatico (Reggio Calabria - Venezia\Trieste);
- contribuendo in tal modo a collegare due dei mega corridoi ferroviari transeuropei I (Palermo - Berlino) e VIII (Skopje - Varna).

L'Alternativa A2 ha l'ulteriore caratteristica distintiva di svolgere un doppio servizio sia locale che sovra-locale in binari unificati che sono sia treno-tram che ferrovia a lunga percorrenza e ad alta capacità (AC), in analogia con i punti di riferimento e le esperienze continentali, come la S-Bahn tedesca (Stadt schnell bahn).

Nel Caso di Studio, i costi dell'Alternativa A2 per l'ammortamento (e la «velocizzazione») della ferrovia esistente

hanno un importo quantificato in 140 milioni di euro come stimato dal team di ricerca con una previsione dettagliata, oggi aggiornabile del 20% (causa inflazione) a 168 milioni di euro. Tale valutazione dei costi è stata successivamente, in stima di fatto in doppio cieco, sorprendentemente confermata dall'ente gestore ferroviario.

Il progetto di percorso completamente nuovo situato all'estremo sud fuori da tutti gli insediamenti abitati, costituente l'Alternativa A3, costerebbe oltre 405 milioni di euro, secondo le stime dello stesso ente gestore ferroviario, oggi aggiornabili del 20% (causa inflazione) a 485 milioni di euro. Tale importo sarebbe elevatissimo, perché tutte le aree dovrebbero essere acquisite e perché il percorso attraversa terreni con difficoltà tecniche da superare eseguendo lavori molto onerosi. In termini di costi, l'Alternativa 2 preferita sembra essere la più equilibrata, molto più anche dell'Alternativa 1 (non fare nulla). Quest'ultimo solo apparentemente non ha grossi costi di investimento, se non di manutenzione ordinaria. Nasconde infatti enormi costi privati e implicite (e non immediatamente monetizzabili) sofferenze sociali, dovute a: pendolarismo individuale in auto (un-pooled) di persone; loro tempi di percorrenza monetizzabili, enormi a causa della congestione; inquinamento atmosferico; rischi di incidenti; congestione urbana; elevati costi personali privati per l'utilizzo del singolo veicolo (usura dell'auto; carburante, altro); costi dei parcheggi e rischio di multa; etc.

## 1. QUADRO GENERALE DELLA RICERCA E FOCUS SPECIFICO

«Nell'area di ricerca sociale ed economica riguardante la potenziale mitigazione dell'espansione urbana incontrollata LOCALE attraverso il trasporto pubblico verde su rotaia, c'è una totale mancanza di prototipi e casi di studio significativi a livello LOCALE».

(Ibrahim, 2022)

### 1.1 Ricerca generale

La ricerca generale qui introdotta riguarda il fenomeno dello sprawl urbano che si è sviluppato nell'ultimo secolo e definito come «il modello fisico di insediamento a bassa densità nelle aree urbane, in condizioni di mercato, principalmente nelle aree circostanti le aree agricole e i terreni aperti» (EEA, 2006), nel complesso sistema urbano europeo (e oltre, in tutto il Pianeta). Questa ricerca (una parte della quale è nelle seguenti: Massimo, 2009; Massimo et alii, 2009; Massimo, Barbalace, 2009a, 2009b; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009a), attraverso meta-analisi e analisi a diverse scale, è finalizzata a:

- analizzare l'andamento dello sprawl nel tempo e stimarne la consistenza e l'estensione topografica nelle aree di studio;

- comprendere le cause dello sprawl, compresa la mancanza di pianificazione e di strategia a lungo termine sia nelle campagne che nello spazio urbano,
- cercare di identificare qualsiasi nesso causale con la crescita della popolazione e allo stesso tempo con la crescita economica;
- ricercare, identificare e sviluppare misure per la sua mitigazione nelle risposte di policy, anche sulla base di alcune esperienze di riferimento;
- progettare e testare nuovi insiemi di criteri per la valutazione multidimensionale delle risposte politiche volte a mitigare e far fronte allo sprawl stesso.

### 1.2 Il focus dello studio specifico presentato

Il focus dello studio specifico qui presentato, nell'ambito della ricerca più generale citata, è la relazione tra sprawl e trasporti locali (Massimo, Barbalace, 2010; Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2011; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009b, 2010; Massimo, Massimo, 2010; Massimo, Musolino, Barbalace, Massimo, 2010). L'approfondimento più mirato riguarda la rivitalizzazione dell'insediamento consolidato, i.e. un possibile approccio locale alla pianificazione e alla gestione delle risposte politiche all'espansione urbana incontrollata attraverso la rivitalizzazione dei quartieri densi (in vista della loro rigenerazione) attraverso il trasporto pubblico verde su rotaia. C'è una mancanza di letteratura,



esperienze e implementazioni su questa specifica relazione insediamento locale-transporto come argine e diga per mitigare l'ulteriore sviluppo dello sprawl. Questo approccio incrocia e richiama a supporto le strategie generalmente note come Smart City - Nuova Urbanistica - New Urbanism e Transit-Oriented Development (TOD).

### 1.3 Nuova Urbanistica. Origine

A partire dagli anni '70 alcuni movimenti urbani, tra cui associazioni di Smart City ed esperti di pianificazione hanno auspicato un nuovo sviluppo più umano di nuove città e di nuovi Quartieri ad uso misto e pedonali cosiddetti: «Città Pedonali», o «Quartieri Densi» o «Quartieri Misti» che integrano tutte le funzioni urbane: residenziale; educativo; culturale; commerciale, amministrativo; benessere; tempo libero; ecc. (Krier; 1978; 1981; 1992; 1998; 2007; 2008; 2009; Porphyrios, 1984; Massimo, Musolino, Barbalace, Massimo, 2010a; Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, Vescio, 2010; Massimo, Barbalace, 2010a; Massimo, Musolino, Barbalace, Massimo, 2010b; Massimo, Barbalace, 2010b; Massimo, Barbalace, Massimo, 2010; Massimo, Musolino, Barbalace, 2010). Tutto questo per allontanarsi dall'impatto nefasto e negativo (nella vita quotidiana reale delle persone) di una moderna zonizzazione mono funzionale lecorbuseriana purtroppo già implementata nella pianificazione urbana, provinciale e regionale. In particolare, degli spostamenti quotidiani con l'utilizzo di auto private (la cosiddetta «Città dell'Automobile») tra le zone monofunzionali della città (residenziale, amministrativa, commerciale, assistenziale, per il tempo libero, industriale, ecc.). Questo è il New Urbanism che auspica per i quartieri misti e densi una soluzione di accessibilità e connessione mediante ferrovia. Infatti, anche nelle città densamente popolate, c'è ancora l'interessante questione della connessione tra un sistema di «Quartieri Pedonali», o «Quartieri Misti» o «Quartieri molto Densi». Infatti, in particolare i «Quartieri Pedonali» necessitano di collegamenti verdi pubblici su rotaia (non solo con veicoli fossili e auto private) a livello interurbano, locale, regionale, geografico e a livello sub-continentale.

### 1.4 Transit-Oriented Development (TOD). Origine

A partire dagli anni '80, alcuni movimenti hanno iniziato a concepire una pianificazione strategica, nazionale, regionale, locale in grado di rispondere alle esigenze di accessibilità strutturale dei paesi e delle regioni ("condizione/attitudine di un centro o un'area di essere raggiunta"), programmando e costruendo una spina dorsale del sistema ferroviario verde che risponde nello stesso tempo (secondo la combinazione di esperienze come la s-Bahn, la ferrovia ad alta velocità, la ferrovia trans express) a bisogni locali, regionali, nazionali, europei in un quadro generale di crescita. Questo approccio di pianificazione strategica, dal livello comunitario a quello globale

- planetario, è stato definito negli anni '80 come: Transit-Oriented Development, TOD. Dopo decenni TOD è uno slogan del mondo della pianificazione e uno degli approcci più completi a tutti i livelli geografici: comunità; regione; macroregione; paese, subcontinente. Supporta lo sviluppo sostenibile attraverso l'integrazione strategica tra l'uso del suolo, lo sviluppo e il sistema di trasporto verde ferroviario pubblico. Il cambiamento radicale è DA «paese automobilistico» e «città automobilistiche» a «paese del trasporto pubblico verde» e «città del trasporto pubblico verde». Dopo diverse implementazioni, una revisione sistemica e recente (Ibrahim, 2022) ha rilevato che anche la TOD è oggi uno strumento chiave nella pianificazione a livello mondiale, richiede ancora ulteriori studi adattati a contesti LOCALI specifici e rilevanti (p.395).

*«Infine, c'è la necessità di condurre ulteriori studi che consentano ai pianificatori di [...] perfezionare il TOD [...] e valutare diversi piani TOD e adattarli ai contesti locali».*

(Ibrahim, 2022, 395)

### 1.5 Altri studi sui sistemi LOCALI

Ulteriori studi sono fortemente richiesti, riguardanti:

- il campo inesplorato del consolidamento e della rigenerazione degli insediamenti densi esistenti attraverso il sistema di trasporto pubblico ferroviario locale;
- l'adattamento della TOD a contesti locali significativi;
- e qui, la valutazione di scenari alternativi comparativi.

La presente ricerca riguarda:

- un caso nel campo trascurato e inesplorato della rigenerazione degli insediamenti densi esistenti attraverso il sistema di trasporto pubblico locale green su rotaia;
- l'adattamento dei criteri TOD al contesto locale del caso.

## 2. INFRASTRUTTURE E SPRAWL

Come punto di partenza di questo studio, emerge una domanda specifica sullo sprawl: il trasporto pubblico verde locale su rotaia può aiutare ad affrontare e mitigare lo sprawl locale?

Studi pionieristici (Clawson, 1971, 1973), ricerche su scala continentale (EEA, 2006; Galster et alii, 2001; Young, 1995), indagini localizzate (Emiliani, 2007; Kim, 2002; Saum, 2008) hanno osservato che tra i numerosi impatti negativi dello sprawl, uno è particolarmente dannoso: la disgregazione (nello spazio urbano) dei mix funzionali consolidati, causata dalla zonizzazione mono funzionale lecorbuseria (single-use zoning) inventata (Le Corbusier, New York City, 1916; Le Corbusier, Plan Voisin, 1922) e avvenuta con la gigantesca espansione insediativa planetaria del secolo scorso. Uno dei negativi impatti derivanti è la diminuzione dell'accessibilità strutturale (=dovuta alla oggettiva struttura insediativa, e non alla intensità dei servizi di trasporto) reale nei territori perché la separazione geografica delle mono funzioni implica per gli abitanti l'obbligo di frenetici spostamenti quo-

tidiani per svolgere anche solo funzioni elementari e quindi frequenti. Questo produce l'aumento della mobilità artificiale individuale con auto private con tutte le pesanti conseguenze che ne derivano, come hanno da tempo documentato analisi, statistiche, deduzioni e valutazioni relative all'accessibilità e ai trasporti (Ben-Akiva, Lerman, 1997; Ben-Akiva, Bier-laure, 1999; Cameron, Kenworthy, Lione, 2003; Gakenheimer, Zegras, 2004; Sala, 1999; Marcucci, Gatta, 2005; Marone, 2005; Wilson, Nuzzolo, 2005; Zegras, 2009; Zegras, Gakenheimer, 2000; Zegras, Srinivasan, 2007; Zegras, Sussman, & Conklin, 2004; Zhan, 2008; Zhao, Wilson e Rahbee, 2006). A ciò si aggiunge l'espansione a bassa densità che aggrava (ancora di più) la dipendenza dall'auto privata. Infatti, il trasporto collettivo, soprattutto su rotaia, può servire solo insediamenti densamente popolati. In alternativa all'espansione edilizia «libera» (selvaggia), il collegamento con servizi di trasporto collettivo tra insediamenti densi può fare la differenza. Può contribuire a consolidare i centri densamente popolati esistenti, favorirne l'accessibilità strutturale, ridurre il traffico veicolare individuale e la conseguente congestione stradale. Si tratta di un approccio innovativo, il già citato TOD, per ricostruire il rapporto positivo (scomparso negli ultimi decenni) tra insediamenti e accessibilità strutturale. Ciò favorisce anche nuove modalità nel campo della valutazione multicriterio dell'accessibilità strutturale, delle infrastrutture e dei trasporti.

### 3. CASO DI STUDIO

Il quadro generale di ricerca è stato applicato in uno specifico Caso di Studio per supportare la comunità della Calabria, la regione mediterranea più meridionale dell'Italia continentale, nell'analisi del dilagante fenomeno dello sprawl regionale, provinciale e locale e, possibilmente, nell'affrontarlo, mitigarlo e superarlo.

Estensive analisi dello sprawl su scala regionale (Massimo et alii, 2009; Massimo, Barbalace, 2009a, 2009b; Massimo, Musolino, Barbalace, 2009a) hanno permesso di stimare in m<sup>2</sup> un impressionante consumo annuo di suolo in Calabria, ovvero la quantità topografica di suolo distrutta annualmente a causa dell'iper-espansione edilizia disordinata e selvaggia nei territori agricoli circostanti le aree urbane e in particolare sulle coste.

Dopo aver analizzato lo sprawl a scala regionale e provinciale, attraverso il già citato Case Study, la ricerca si è concentrata sull'area sub-regionale centrale dell'istmo calabrese (la parte più stretta d'Italia: 40 km di larghezza) dove si trovano la seconda (Catanzaro) e la terza (Lamezia Terme) città della regione, denominata: "area istmica centrale della Calabria". Nella regione e nell'area di studio, a partire dal 1954 (quando è iniziato il periodo di più intensa industrializzazione nel Nord del paese e si è affermato lo stato sociale), è stato allestito e poi costruito un sistema insediativo frammentato e disperso. Le gravi conseguenze sono, tra l'altro, un elevato consumo di suolo e un concomitante aumento della mobilità quotidiana degli abitanti dai vari insediamenti sparsi e rarefatti. Questa mobilità ar-

tificiale viene effettuata principalmente, se non esclusivamente, con un'auto privata, e non potrebbe essere altrimenti, portando come conseguenza:

- inefficienza nella vita sociale;
- perdita di tempo;
- consumo e dipendenza dai combustibili fossili;
- aumento dell'inquinamento;
- aumento del rischio di incidenti stradali;
- difficoltà di parcheggio nei luoghi di destinazione;
- costi aggiuntivi per le infrazioni.

Gli impatti sopra elencati richiedono studi specifici per analizzare e valutare le possibilità di mitigazione dello sprawl in futuro. Organizzazioni ed esperti (AEA, 2006; Galster et alii, 2001; Young, 1995) indicano tra le politiche strutturali l'ammodernamento e la rivitalizzazione degli insediamenti esistenti, ed in particolare delle città consolidate e dei centri oggi sempre più abbandonati e trascurati, servendoli il più possibile con sistemi di trasporto ferroviario pubblico verde e feeder per:

- migliorare l'accessibilità strutturale oggettiva (=dovuta alla oggettiva struttura insediativa, e non alla intensità dei servizi di trasporto) all'interno e tra gli insediamenti per le persone e le cose;
- creare, con l'accessibilità collettiva, un'alternativa dalla mobilità individuale con l'auto privata.

Le indicazioni delle politiche di mitigazione mostrano che la rivitalizzazione urbana e il trasporto pubblico verde sono investimenti strutturali (tra loro reciproci) perché contribuiscono a modificare le caratteristiche intrinseche degli spazi urbani e delle economie locali e dovrebbero quindi essere visti come infrastrutture urbane.

### 4. CORRIDOI REGIONALI CON MAGGIORE CONGESTIONE E POLITICHE DI MITIGAZIONE

La ricerca ha messo a punto specifiche e dedicate Base-maps, ovvero un gruppo dinamico di «carte topografiche regionali» (Dangermond) che consente di analizzare in dettaglio gli insediamenti in diversi periodi storici e alcuni spostamenti. Questo strumento ha permesso di individuare sia la dinamica oggettiva dello sprawl e sia i corridoi di movimento a maggiore congestione della regione. In questi corridoi è auspicabile prefigurare interventi di miglioramento strutturale realizzabili attraverso investimenti doverosamente verdi. Nell'"area istmica centrale della Calabria", la ricerca ha quindi individuato il più grande corridoio di movimento della regione. Si tratta del corridoio viario che ne collega il baricentro sulla costa tirrenica (Lamezia Terme) e il capoluogo (anche amministrativo) sulla costa ionica (Lamezia Terme). Dai dati associati alle Base-maps tale corridoio centrale risulta congestionato dalla mobilità individuale con auto private di pendolari giornalieri e periodici, registrando un traffico medio giornaliero di ben 28.000 autovetture.

Le analisi condotte in altre ricerche sullo sprawl rivelano che le politiche di mitigazione elettive sono il trasporto pubblico green su rotaia come il modo preferibile per aumentare l'accessibilità strutturale intrinseca ("condizione/attitudine di un centro o un'area di essere raggiunta") come alternativa alla mobilità individuale (un-pooled) su gomma e auto privata. Per valutare questo scenario futuro di possibile cambiamento modale attraverso il trasporto pubblico green su rotaia, alternativo al metodo attuale, il primo passo deve essere l'analisi e il test sulla propensione dei pendolari che già utilizzano l'auto privata a cambiare modalità, con uno cambio modale verso il trasporto pubblico collettivo soprattutto su rotaia per i loro spostamenti interurbani e intra urbani.

La ricerca ha rintracciato studi e indagini specifiche basate su interviste a campioni di pendolari con risultati incoraggianti in merito alla propensione positiva e alla volontà di coloro che attualmente utilizzano l'auto privata (alcuni dei quali nell'area Case Study) a favore del trasporto pubblico su rotaia. Ciò conferma la necessità di concentrare i futuri interventi sulla creazione di una stretta connessione tra il sistema urbano e il sistema ferroviario locale.

### 5. SORPRENDENTEMENTE SOTTOSTIMATA L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE NELL'AREA DEL CASO DI STUDIO

I corridoi viari regionali sono stati localizzati e georeferenziati in un apposito sistema informativo, integrato con le Basemaps, e insieme parte di un più ampio sistema generale di valutazione e stima o SGV (Stanghellini, 2004: pp. 217-242). Ciò consente la lettura spaziale cartografica dell'intera regione dal 1788 al 2023. All'interno di questa lettura è stato sorprendente scoprire che nella stessa area del Case Study, oltre al corridoio stradale principale più trafficato e congestionato della regione, c'è un corridoio ferroviario parallelo Est Ovest. Fa parte dell'originario e intelligente sistema ferroviario concepito nel 1864, all'interno dell'allora Parlamento, in modo «moderno», collegando cioè direttamente con la nuova ferrovia il maggior numero possibile di centri abitati e dei fondovalle e delle coste e, inoltre, anche gli insediamenti interni grazie a coraggiose linee ferroviarie non costiere come, ad esempio, le Calabro - Lucana (Catanzaro - Cosenza) e le Gioiesi (Cinqufrondi - Gioia Tauro).

Questo sottostimato corridoio ferroviario trasversale Est-Ovest collega numerosi insediamenti, servendo un totale di circa 250.000 residenti, tra cui la seconda (Catanzaro) e la terza città (Lamezia Terme, Cz) più grande della regione, tra cui il capoluogo amministrativo regionale sede del governo regionale, oltre a numerosi poli scientifici e tecnologici, l'Università, due ospedali i mercati generali. Rappresenta inoltre un potenziale collegamento con: altre importanti infrastrutture di trasporto, tra cui le due dorsali ferroviarie nazionali; due corridoi continentali e le reti transeuropee (RTE); l'Aeroporto Internazionale di Lamezia Terme, il più trafficato e in crescita della regione con circa

3.000.000 di passeggeri ogni anno e picchi giornalieri di oltre 10.000 passeggeri al giorno nel periodo estivo; snodi di concentrazione di altri modi di trasporto, come le stazioni degli autobus e i parcheggi.

L'importante potenziale del citato tracciato ferroviario esistente viene illogicamente trascurato, privando le persone e i pendolari di un'importante opzione modale e mantenendone invece una costosa (sia per i bilanci privati che per l'ambiente e il bilancio pubblico) e inefficiente l'unica modalità su strada e l'auto privata come esclusivo sistema di pendolarismo della zona.

Tutto ciò genera una condizione Pareto non ottimale che può essere migliorata con investimenti pubblici seguendo le indicazioni strutturali delle politiche, sopra citate, e benchmark di successo già raggiunti.

### 6. ALTERNATIVE DI TRASPORTO NELL'AREA DEL CASO DI STUDIO

I risultati delle indagini sul potenziale trasferimento modale degli attuali pendolari dall'auto privata (un - pooled) al trasporto pubblico green spingono anche a prendere in considerazione le alternative di pendolarismo esistenti e possibili future sul territorio e ad effettuare valutazioni utilizzando più criteri, e non solo i due noti: costo iniziale dell'investimento; velocità di crociera del trasporto.

Effettuando il censimento (sul campo e negli archivi) delle alternative di trasporto esistenti e potenziali future, è stato sorprendente scoprire anche l'esistenza di un progetto ideato dalla società di gestione delle ferrovie pubbliche che ha ipotizzato una ferrovia totalmente alternativa e completamente nuovo rispetto al corridoio ferroviario già esistente.

Questa nuova ipotizzata ferrovia si trova nella parte più meridionale dell'area del Case Study, al di fuori di qualsiasi contenuto dei fondativi ed originari piani o strumenti di pianificazione, sia generali che dei trasporti (Ministero delle Infrastrutture, 2001; Ministero dei Lavori Pubblici, 2001; Provincia di Catanzaro, 2006; Regione Calabria, 2001, 2003, 2007), e non collega alcun insediamento diverso dal centro storico del capoluogo regionale direttamente con l'aeroporto internazionale.

In questo modo, viene configurata l'esistenza nell'area di tre potenziali alternative di trasporto.

- Alternativa 1, (A1): stato delle cose o condizione esistente, non fare nulla, (a meno che non si tratti di costi di manutenzione); prevalenza di una strada principale per il pendolarismo interurbano con un'auto privata, e non contemplando la ferrovia.
- Alternativa 2, (A2): forte potenziamento fisico e funzionale della ferrovia esistente (parallela a Nord rispetto all'Alternativa 1); Oggi questa ferrovia è sotto utilizzata e semi abbandonata anche se rappresenta un potenziale strategico molto forte per la futura gestione spaziale ed economica dell'area e la relativa pianificazione.
- Alternativa 3, (A3): nuovo progetto per un nuovo ipo-



tetico corridoio ferroviario (parallelo e all'estremo sud dell'Alternativa 1), concepito dalla società di gestione delle ferrovie pubbliche, che non serve direttamente i numerosi insediamenti e abitanti ed è completamente al di fuori di qualsiasi strumento di pianificazione generale dei trasporti.

## 7. INTEGRAZIONE TRA GEODATABASE E ANALISI MULTI CRITERIA (MCA)

Dalla ricerca è emersa la necessità e l'utilità di strumenti e sistemi in grado di integrare i motori di valutazione con quelli spaziali per consentire facilmente ai valutatori di disporre di una piattaforma supportata da sistemi geografici che forniscono dati localizzati per graduare spazialmente i criteri, consentendo di effettuare stime con maggiore efficacia dei risultati.

A questo scopo, un punto di partenza è una ricerca originale, innovativa e potente su nuovi algoritmi («Hinloopen Algorithm») per sull'analisi multi criterio (MCA), sul metodo e sugli strumenti conseguenti adottati con successo nei campi delle Smart Cities e del New Urbanism (Albers L. H., 1987; Hinloopen, 1985; Hinloopen, Nijkamp, 1986; Israeli, Keller, 1986; Hartog, Hinloopen, Nijkamp, 1988; Coccossis, Nijkamp, 1995), e con maggiore successo su questioni strategiche relative all'accessibilità strutturale, alla mobilità, alle infrastrutture e ai trasporti (mobilità, trasporti, ecc.).

Uno strumento parallelo molto specifico (Vreeker, 2000) di analisi multicriterio adottato con successo per «il processo decisionale MCA sull'accessibilità strategica, la mobilità, le infrastrutture e i trasporti» è (tra gli altri) il Transport Flag Model (o «modello per i trasporti»). Lo scopo principale del Flag Model è quello di analizzare se uno o più scenari / alternative politiche possono essere classificati come accettabili o meno. Il Transport Flag Model è stato progettato per valutare il grado di conformità delle alternative a standard predefiniti o dichiarazioni normative in un processo di valutazione. Il modello è costituito da tre componenti importanti:

1. l'identificazione di una serie di standard o indicatori misurabili;
2. stabilire una serie di valori normativi di riferimento;
3. sviluppare una metodologia pratica per la valutazione delle alternative.

L'Input del Transport Flag Model è una matrice di impatto con un numero di  $n$  variabili. Questa matrice è formata dai valori che gli indicatori assumono per ogni scenario considerato. La metodologia richiede l'identificazione e la definizione di indicatori o standard rilevanti per le politiche, che sono adatti per un'ulteriore trattazione empirica nella procedura di valutazione (Ouwensloot, 1998).

Tutti gli algoritmi, i metodi e gli strumenti citati in precedenza presentano alcune limitazioni in:

– numero limitato di alternative;

– numero limitato di criteri;

– numero limitato di corse;

– qualità media dei risultati del grafico;

– nessuna informazione spaziale;

– nessuna connessione predefinita agli state of the art RDBMS allo stato dell'arte;

– nessun collegamento predefinito agli state of the art GIS sistemi informativi geografici o GIS.

Per ovviare a queste limitazioni, la ricerca ha sviluppato un algoritmo dedicato denominato McaGisGevaul (partendo da: Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010; Massimo, Barbalace, Cefalà, Ve-scio, 2010) in grado di fornire:

– numero illimitato di alternative;

– numero illimitato di criteri;

– numero illimitato di corse;

– buona qualità dei risultati dei grafici;

– informazioni spaziali;

– connessione di default a D state of the art BMS;

– connessioni predefinite a state of the art GIS sistema informativo geografico;

– prototipo georeferenziato e verificato nei casi di studio.

L'algoritmo McaGisGevaul favorisce la valutazione comparativa di alternative di trasporto e, quindi, impiegate in uno spazio geografico per il quale sono urgentemente necessarie informazioni topograficamente localizzate (nelle Basemaps disponibili) per consentire a Panel di esperti di infrastrutture di assegnare punteggi o punteggi ordinali ai criteri. Esiste infatti una varietà di criteri che descrivono la popolazione, l'area, l'insediamento, i trasporti. Questi layer di dati vengono aggiunti al Geodatabase dedicato che contiene la rappresentazione spaziale delle alternative insieme alle relative informazioni alfanumeriche. In particolare, sono stati adottati strumenti analitici direttamente operativi che consentono la gestione simultanea sia di dati ordinali che cardinali che misti, come la tecnica analitica di opportuni software spazializzati, con algoritmi dedicati denominati McaGisGevaul, sviluppati partendo da Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010.

Il sistema crea un layer informativo per avviare la valutazione comparativa con più criteri da quantificare (scoring) tante volte quante sono le Alternative. La matrice prodotta dai punteggi, ovvero i punteggi assegnati, viene gestita grazie alla tecnica di Massimo (Massimo, 1995), che al termine dell'elaborazione produce uno specifico vettore spazializzato come ranking delle alternative, attraverso i passaggi metodologici descritti di seguito.

Il diagramma di flusso logico si trova nei passaggi seguenti.

00. Definizione degli obiettivi strategici sociali.

01. Ubicazione geografica delle Alternative e delle informazioni.

02. Set dei criteri.

03. Set dei punteggi.
04. Punteggio del pool Panel di esperti.
05. Inventario dei motori MCA e scelta di un motore.
06. Esecuzione e risultati.

## 8. APPROCCI E NUOVE SERIE DI CRITERI E APPLICAZIONI

Il TOD prefigura un rapporto nuovo insediamento-transporto.

Integra inoltre il modo di valutare nel settore dei trasporti dove le stime sono state spesso effettuate considerando solo alcuni criteri di giudizio isolati, quali:

- costi iniziali di investimento, come input iniziale;
- velocità di crociera del trasporto, come output finale.

Talvolta questi sono spesso adottati come l'unica leva per fare scelte nel settore degli investimenti nelle infrastrutture di trasporto. La ricerca suggerisce di: impostare la valutazione mediante confronto sinottico in molteplici scenari, tra cui lo status quo; passare da due soli criteri di stima (per la scelta fra alternativi scenari infrastrutturali di trasporto) ad un'analisi e Valutazione Multicriteriale; includere pertanto nuovi criteri pertinenti per la valutazione delle alternative; esprimere gli obiettivi della strategia attraverso questi criteri.

### *Allineamento delle strategie alternative alle scelte di policy nei trasporti*

Le valutazioni multicriteriali (anche solo qualitative) verificano/stimano in anticipo l'allineamento delle alternative strategie (e delle loro caratteristiche) alla politica dei trasporti. Con le scelte, supportate dagli strumenti citati, si costituiscono gli scenari futuri dei trasporti nel quadro dell'approccio TOD. Quest'ultimo mira a sostituire l'attuale mobilità artificiale con l'accessibilità strutturale oggettiva ("condizione/attitudine di un centro o di un'area di essere raggiunta" verso e all'interno e tra gli insediamenti. I criteri devono essere logicamente connessi alla politica e al nuovo modo di intendere l'organizzazione dei trasporti in modo «integrato» nel quadro dell'accessibilità strutturale all'interno dei centri abitati così come tra sistemi insediativi e quindi finalizzati ad affrontare ed eventualmente mitigare l'espansione urbana incontrollata.

### *«Criteri di coerenza tra politiche e alternative»*

Uno dei compiti principali della valutazione dovrebbe essere la valutazione comparativa della coerenza dei progetti di trasporto alternativi alle politiche. E della loro efficacia nel conseguire gli obiettivi.

Nei più recenti approcci alla valutazione dei trasporti e alla TOD (TOD Institute, 2023; Ibrahim, 2022), vengono presi in considerazione nuovi criteri oltre ai due tradizionali relativi ai costi iniziali di costruzione, come input,

e alla velocità di viaggio e di crociera, come output. Questo grazie ai numerosi contributi forniti dal Transit-Oriented Development Institute e da esperti come nel seguito specificato.

### *Letteratura sui "criteri di coerenza delle politiche alternative»*

Una recente letteratura specifica affronta criteri in grado di testare l'allineamento alla politica delle alternative di trasporto: i criteri sono definiti: «criteri di coerenza politica-alternativa». Si tratta di short-criteria in grado di effettuare un test anticipato sull'assoluta coerenza dei criteri rispetto alla politica dei trasporti e ai principi normativi TOD. La stessa letteratura ha originariamente collegato i principi normativi fondamentali di TOD («sistema ferroviario verde, come la S-bahn, che serve direttamente i centri abitati e collega distretti misti e città dense») con metodi di valutazione positiva dei trasporti all'avanguardia (Sami; Rough Set; Saaty's; Flag; Mca) trasformandoli in: MCA Metodi di valutazione degli scenari multicriteriale.

### *Mca Expert-Based Strategic Scenario Approach", per sistemi di trasporto urbano sostenibili*

SAMI rappresenta un promettente genere di valutazione dei trasporti collegato al TOD normativo con il MCA specifico molto flessibile considera tutti i possibili dati di input: Ordinale \ Qualitativo; Cardinale \ Quantitativo, Misto, Dicotomico (in ordine progressivo: Nijkamp 2013a, e: Nijkamp 1997; Nijkamp 2004a; Bottone 2004b; Vreeker 2005; Nijkamp 2012; Carigliu 2013; Beuthe 2018 A; Camagni 2018b). Il promettente genere di valutazione dei trasporti di cui sopra è stato adottato dall'Unione Europea per pianificare e implementare il fine, straordinario ed esemplare: Train Transport Trans European Network, TEN-TT. Una serie di criteri originali, senza precedenti, è stata selezionata per un Caso di Studio locale. Di conseguenza, sono stati introdotti i seguenti criteri: numero di abitanti \ residenti serviti direttamente nei centri abitati; doppio consenso nei confronti degli investimenti nelle infrastrutture di trasporto, quali, in primo luogo, il consenso sociale e, in secondo luogo, la convergenza con i piani e gli strumenti di pianificazione generale e dei trasporti; impatto ambientale sia sulla CO<sub>2</sub> che sul paesaggio; capacità di collegamento con le reti ferroviarie a diverse scale geografiche (interregionale; regionale; nazionale; TEN-TT).

Il risultato è la tabella Criteri multipli.

Un ruolo importante è svolto dal gruppo di esperti di infrastrutture nella valutazione delle alternative in relazione ai criteri stabiliti. Ogni singolo criterio, tra quelli introdotti nella Tabella precedente, viene valutato separatamente, segretamente e comparativamente in modo confidenziale da ciascun panelista per ciascuna alternativa, assegnando punteggi progressivi compresi tra 1 (peggiore) e 5 (migliore) come di seguito descritto. La media di tutti i punteggi è stata ordinata nella matrice di valutazione.

**Tabella 1 - Accessibilità e infrastrutture.**  
*Criteria per la valutazione delle alternative di trasporto*

	TOD objective to face sprawl (requirements)		Criteria (and measures \ indicators) to assess fulfillment of objective
a	Settlement and urban centers should be directly served by urban railroad, train-tram, S-Bahn	C1	Settlements crossed by transportation infrastructure and services (number of). BRIEF: SETTLEMENT
b	Larger number of residents\inhabitants should be served by railroad	C2	Residents \ inhabitants served directly by infrastructures (number of). BRIEF: POPULATION
c	Tracks and organization of accessibility infrastructures should get social consensus	C3	Level of social consensus toward accessibility infrastructures (yes \ not). BRIEF: SOCIAL CONSENSUS
d	Infrastructure and accessibility should not only be admitted by plans but also shall help to implement planning	C4	Convergence of planning tools and acts toward the greenest alternative in accessibility and transportation (how many). BRIEF: CONVERGENCE
e	Accessibility and transport alternatives should contribute to reducing CO <sub>2</sub> emissions	C5	Potentiality of each alternative for CO <sub>2</sub> reduction with respect to status quo (degree). BRIEF: CO <sub>2</sub> REDUCTION
f	Accessibility and transport alternatives investments \ interventions should minimize landscape injuries and soil consumption	C6	Measure of Soil consumption for transportation investments \ interventions, and consequent injuries to landscape (soil measure; injuries degree). BRIEF: IMPACT
g	Accessibility and transport alternative must maximize both: population directly served; best possible connection with corridors as TEN, national, regional, local and with other strategic nodes	C7	Networking connection with other strategic nodes and corridors as Trans European Network (TEN), national, regional, local (yes \ not). BRIEF: RAILWAY NETWORKING

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

**Tabella 2 - Tassonomia dei criteri di valutazione operativa**

N	Criteria
C1	Settlements served
C2	Population served
C3	Social consensus and grass root organizations
C4	Convergence of planning towards an alternative.
C5	Reduction of CO <sub>2</sub>
C6	Environmental impact or on the landscape
C7	Railway networking. Global-local

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

### C1. Insediamenti serviti

L'A1 prevede I COSTI per la manutenzione della strada congestionata già esistente, lontana dagli insediamenti; pertanto, l'alternativa non assume la forma di una ferrovia (-). A2 prevede il potenziamento della ferrovia già esistente che attraversa tutti gli insediamenti (++) dell'area del Case Study. La A3 è una ferrovia progettata ancora più lontana dagli insediamenti (-) rispetto alla strada esistente. Il risultato è che solo A2 raggiunge l'obiettivo. La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:2; A2:5; A3:1.

### C2. Popolazione servita

L'A1 serve l'area solo indirettamente attraverso la viabilità secondaria ed è obbligatorio l'uso delle auto private; pertanto, può essere utilizzata solo dagli automobilisti (=) in quanto non è un'alternativa ferroviaria. A2 serve circa 250.000 residenti in treno e la popolazione non residente (++) . A3 non serve direttamente i residenti (-). Il risultato è che solo A2 raggiunge l'obiettivo. La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:3; A2:5; A3:1.

### C3. Consenso sociale e organizzazioni di base

La società locale spera in un cambiamento: non continuare a mantenere l'attuale status di Alternativa A1 da sola (-). Le attività pubbliche e i resoconti dei media mostrano il consenso sociale proattivo, prevalente e quasi unanime nei confronti di A2 (++) . Dall'altro lato, c'è una forte opposizione sociale alla A3 (-) che invece necessita di enormi sforzi e spese pubbliche, e che lascia tutti gli insediamenti della zona privi di un servizio ferroviario interurbano \ intra urbano diretto e immediato. Il risultato è che solo A2 raggiunge l'obiettivo. La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:2; A2:5; A3:1.



**C4. Convergenza della pianificazione verso un'alternativa**

Tutti gli strumenti originari e fondativi di pianificazione esaminati, territoriali e settoriali per i trasporti, convergono nettamente verso l'A2 (++) come alternativa esplicita allo status quo socialmente ed ecologicamente avverso A1 (-) e all'alternativa A3 (-) non menzionata e poco divulgata. Risultato: solo A2 raggiunge l'obiettivo. La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:1; A2:5; A3:2.

**C5. Riduzione delle emission di CO<sub>2</sub>**

A1 lascia l'attuale alto livello di inquinamento emesso senza mitigazione e senza una possibile scelta alternativa perché mantiene l'unica modalità dell'auto privata (-). A2 implica la riduzione di CO<sub>2</sub> nell'intero settore dei trasporti nell'area (++) sia durante il ciclo di vita (principalmente gestionale) che nell'investimento iniziale perché nessuna ferrovia deve essere costruita completamente da zero. A3 ha un impatto positivo sulla riduzione di CO<sub>2</sub> nella gestione, ma non nella fase di investimento e questo per due motivi: richiede la realizzazione di un'infrastruttura completamente nuova (-); implica anche la cessione di A2 con conseguente dismissione di un capitale funzionante esistente. Il risultato è che solo A2 raggiunge l'obiettivo. La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:1; A2:5; A3:2.

**C6. Impatto ambientale /paesaggio**

A1 non produce alcun cambiamento negativo sul paesaggio (+). L'A2 produce piccoli cambiamenti nel paesaggio perché è un semplice miglioramento e potenziamento di una linea ferroviaria già esistente (+=). L'A3 è una costruzione completamente nuova e il suo impatto sul paesaggio è notevole (-). La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:4; A2:3; A3:1.

**C7. Rete ferroviaria. Globale-locale**

A1 non è una ferrovia (-). L'A2 collega i corridoi paneuropei, nazionali e interregionali con i servizi locali a tutti gli insediamenti, implementando l'approccio S-Bahn (++) treno-tram. L'A3 collega solo corridoi a lunga distanza, ma non serve le comunità locali né interconnette gli insediamenti esistenti (+=). Il risultato è che solo A2 raggiunge l'obiettivo. La giuria assegna i seguenti punteggi: A1:1; A2:5; A3:4.

L'applicazione dei criteri fornisce la seguente Tabella dei primi risultati.

L'esame della valutazione empirica qualitativa consente di dedurre che solo l'Alternativa A2 sembra raggiungere l'obiettivo di realizzare l'approccio di trasporto sostenibile in grado di integrare i servizi pendolari con il più generale sistema ferroviario e di collegare congiuntamente molti insediamenti dell'area.

**Tabella 3 - Valutazione empirica multicriterio delle alternative di trasporto nell'area Case Study**

		Criteria							
		Ca	Cb	Cc	Cd	Ce	Cf	Cg	
		Crossed settlements	Served population	Social consensus	Planning convergence	CO <sub>2</sub> lowering down	Landscape impact	Networking with TEN corridors	
Alternatives	A1	Status Quo. Modality through road by private cars	-	=	-	--	--	+	--
	A2	Enhancement of existing railroad	++	++	++	++	++	+=	++
	A3	Project of southern new railroad	-	-	--	-	-	--	+

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

L'Alternativa A3 sembra fallire alcuni obiettivi cruciali, primo fra tutti il servizio diretto ai cittadini all'interno dei centri abitati e la mancanza di interconnessione tra gli insediamenti esistenti nell'area. Dalla valutazione empirica deriva quindi la seguente classificazione euristica: A2; A1; A3.

**Tabella 4 - Valutazione empirica multicriterio delle alternative di trasporto nell'area Case Study. Derivazione della classificazione euristica delle alternative**

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Enhancement of existing railroad	++
2	A1. Status Quo. Road and Cars	--
3	A3. Project of southern new railroad	--

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

## 9. LE ALTERNATIVE E LA SECONDA APPLICAZIONE DEI CRITERI, E STIMA DEI COSTI INIZIALI

### Criteria Punteggio cardinale

La precedente valutazione intuitiva ed euristica soppe-  
sava i criteri con segni positivi e negativi. Ad oggi, i criteri  
non hanno un peso reciproco come consentirebbero i  
modelli analitici multicriterio, il che può aiutare in ulter-  
riori valutazioni basate su punteggi ordinali e anche  
nell'esecuzione di eventuali ponderazioni dei criteri  
stessi. I segnali positivi e negativi sono stati poi trasfor-  
mati dal panel di valutatori. Esperti in infrastrutture in  
punteggi o in valori qualitativi (score) che possono es-  
sere elaborati con modelli analitici. È possibile intro-  
durre uno dei modelli analitici di frontiera MCA, tra  
quelli intensamente applicati e validati sperimentally  
sul campo. Nel Caso di Studio è stato adottato e

**Tabella 5 - Applicazione del Mca-Gis-Gevaul. Data matrix ordinale per la valutazione multicriterio delle alternative di trasporto. Punteggi per il nuovo criterio del costo dell'investimento**

		Criteria								
		1. Ca	2. Cb	3. Cc	4. Cd	5. Ce	6. Cf	7. Cg	8. Ch	
Alternatives	A1	Served settlements	Served population	Social consensus	Planning convergence	CO <sub>2</sub> reduction	Impact	Environmental impact	Railway Networking	Initial costs investment
	A2	2	3	2	1	1	4	1	5	
	A3	5	5	5	5	5	3	5	3	
		1	1	1	2	2	1	4	1	

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

il modello analitico Mca-Gis-Gevaul nella versione spazializzata). (Massimo, Barbalace, Massimo, Cefalà, 2010) Una prima fase metodologica è la trasformazione del precedente schema intuitivo euristico nella seguente matrice di punteggi ordinali.

### Valutazione

Lo specifico modello analitico del Mca-Gis-Gevaul elabora la matrice e i relativi punteggi e ne ricava la classifica delle Alternative, che conferma l'intuizione euristica.

**Tabella 6 - Applicazione del Mca-Gis-Gevaul. Derivazione della graduatoria delle alternative di trasporto applicando il modello analitico**

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Enhancement of existing railroad	0.999
2	A1. Status Quo. Road and Cars	0.374
3	A3. Project of southern new railroad	0.127

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

Una seconda valutazione è stata eseguita da Flag Model con il seguente risultato.

**Tabella 7 - Multi-Criteria con procedura Flag-Model. Matrice di input**

		Criteria							
		1.	2. Cb	3.	4. Cd	5.	6.	7.	
Alternatives	A2	Enhancement of existing railroad	5	5	5	5	5	3	5
	A1	Status Quo. Road and Cars	2	3	2	1	1	4	1
	A3	Project of southern new railroad	1	1	1	2	2	1	4

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

	Served	Served	Social	Planning	CO2	Enviromer	Railway
Status quo	2	2	3	2	1	4	1
Enhancement of	5	5	5	5	5	3	5
Project of southern	1	1	1	1	2	1	4

Figura A1 - Multi Criterio con Flag-Model. Calcolo dell'input. Fonte: elaborazione degli autori.

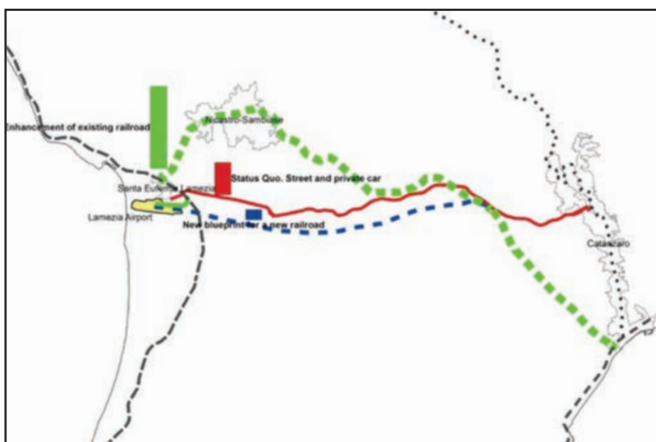


Figura A2 - Caso di studio. Zona centrale della Calabria: alternativa di trasporto Lamezia Terme. Piattaforma supportata da sistemi geografici che forniscono dati localizzati per graduare topograficamente e tracciare i punteggi totali dei criteri per tutti gli Alternativi. Fonte: elaborazione degli autori.

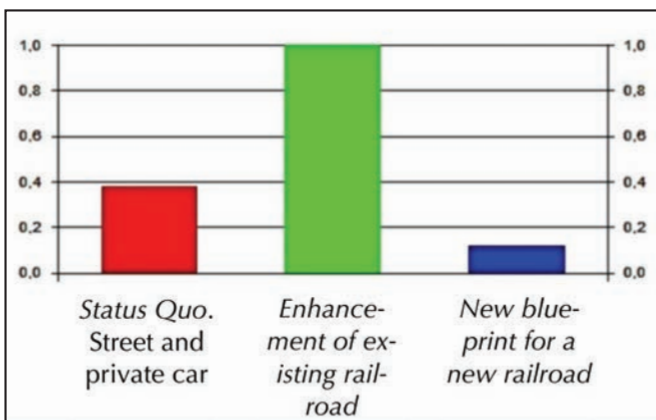


Figura A3 - Multi Criterio con Flag-Model. Risultati. Fonte: elaborazione degli autori.

Risultati: l'ulteriore valutazione di Flag ha confermato la precedente classifica.

### Costi

Nella strategia per la gestione spaziale dell'area di studio e nella valutazione a criteri multipli per individuare la preferita tra le tre possibili alternative di trasporto coast to coast, è stata effettuata un'analisi preliminare per ricavare i costi relativi alla realizzazione delle alternative A1, A2, A3. A1, stato di cose senza intervento strutturale a meno che non costi di manutenzione, non implica costi di investimento diretti perché mantiene quello esistente.

A2, potenziamento della ferrovia esistente, un investimento di 140 milioni di euro (le ultime stime con aggiornamento dell'inflazione galoppante portano il costo a 168 milioni di euro), stimato dagli autori (con le loro competenze specifiche) attraverso una perizia parametrica, e poi confermato dall'ente di gestione delle ferrovie attraverso una perizia analitica. A3, un progetto ferroviario totalmente nuovo situato nella parte sud dell'area del caso studio, prevede un investimento di 405 milioni di euro (le ultime stime con aggiornamento dell'inflazione galoppante portano il costo a 485 milioni di euro) secondo le stime più aggiornate dell'ente gestore delle ferrovie attraverso una valutazione parametrica. Una volta acquisiti questi dati aggiuntivi, il modello analitico può essere testato con un test di sensitività anche introducendo il criterio aggiuntivo del costo iniziale dell'investimento. Nel caso di studio, le stime possono essere valutate e tradotte in punteggi ordinali (punteggi) come ha fatto il panel di esperti: alternativa 1, costa zero euro quindi ha un punteggio di 5; L'alternativa 2 costa 140 milioni di euro, quindi ne segna 3; L'alternativa 3 costa 405 milioni di euro, quindi ha il punteggio 1. Segue l'integrazione della matrice dei dati ordinali con un'ulteriore colonna di dati.

Tabella 8 - Applicazione del Mca-Gis-Geval.

Data matrix ordinale per la valutazione multicriterio delle alternative di trasporto.

Punteggi per il nuovo criterio del costo dell'investimento

		Criteria								
		1. Ca	2. Cb	3. Cc	4. Cd	5. Ce	6. Cf	7. Cg	8. Ch	
		Served settlements	Served population	Social consensus	Planning convergence	CO <sub>2</sub> reduction Impact	Environmental impact	Railway Networking	Initial costs investment	
Alternatives	A1	Status Quo. Road and Cars	2	3	2	1	1	4	1	5
	A2	Enhancement of existing railroad	5	5	5	5	5	3	5	3
	A3	Project of southern new railroad	1	1	1	2	2	1	4	1

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.



## Seconda valutazione

Una seconda valutazione è stata effettuata adottando Mca-Gis-Gevaul includendo la variabile di costo. Anche con l'arricchimento dei criteri, si confermano i due precedenti punteggi gerarchici e classifiche, come si evince dalle Tabelle, ad ulteriore riconoscimento della coerenza dell'alternativa preferibile A2 con gli obiettivi della strategia territoriale di integrazione tra l'insediamento e il sistema di trasporto collettivo.

**Tabella 9 - Applicazione del Mca-Gis-Gevaul. Derivazione della graduatoria delle alternative di trasporto applicando il modello analitico**

Ranking	Alternative	Scores
1	A2. Enhancement of existing railroad	0.999
2	A1. Status Quo. Road and Cars	0.329
3	A3. Project of southern new railroad	0.172

Fonte: elaborazione degli autori. Il risultato è la seguente tassonomia dei criteri.

La classifica è confermata.

## 10. PRIMI RISULTATI DELL'AREA

L'integrazione tra gli insediamenti consolidati esistenti e il trasporto pubblico, in particolare la ferrovia, è un obiettivo importante delle strategie di mitigazione dello sprawl. Questa integrazione può trasformarsi in contenuto progettuale e in criterio di valutazione dei cambiamenti e delle modifiche territoriali e paesaggistiche.

La valutazione comparativa tra scenari alternativi e soluzioni del rapporto insediamento-transporto può avvalersi degli approcci della Multi Criteria Analysis (MCA), quindi dell'adozione di criteri multipli nel grading (ranking) delle alternative di intervento volte a risolvere lo stesso problema con approcci e metodi diversi. L'applicazione di un approccio valutativo, nel campo dell'accessibilità e dei trasporti, basato su criteri multipli ampi e comprensivi (e non solo sui due aspetti usuali di: costi iniziali di investimento; velocità di crociera) porta sistematicamente a preferire un'alternativa piuttosto che un'altra sulla base di importanti obiettivi espressi dalle caratteristiche delle alternative stesse, come:

- servire direttamente la popolazione, gli insediamenti e i centri abitati con infrastrutture e servizi;
- costruire il consenso nella società, con le parti interessate e gli azionisti;
- attuare le scelte contenute negli atti e negli strumenti sia della pianificazione generale che della programmazione settoriale e della programmazione dei trasporti;

- aumentare l'accessibilità strutturale oggettiva tra gli insediamenti e nei territori;
- di conseguenza, mitigare la frenetica mobilità artificiale intra-urbana e interurbana creata dalla zonizzazione urbana ("single-use zones"), che separa spazialmente le funzioni urbane in quartieri specializzati;
- mitigare l'altra forma di dipendenza dalla mobilità individuale con l'auto privata, derivante da insediamenti dispersi e rarefatti, ovvero dallo sprawl nello spazio periurbano e agricolo;
- riduzione di: uso delle automobili; consumo di combustibili fossili; congestione stradale; quantità di CO2 emessa; l'inquinamento atmosferico che ne deriva;
- realizzare l'integrazione ferroviaria tra le reti locali e regionali, il sistema dorsale nazionale e i corridoi continentali paneuropei come la rete transeuropea.

Nel caso di studio della ricerca ci sono tre alternative: A1; A2; A3. A1 è lo status quo. Le tre alternative sono state sottoposte a una valutazione qualitativa da parte di un gruppo di esperti. L'approccio di valutazione a criteri multipli ha portato a una preferenza per l'alternativa A2 rispetto alle alternative A1 e A3. L'Alternativa A2 prescelta si integra perfettamente con l'insediamento esistente rispondendo ad un criterio fondamentale posto al vertice della valutazione: l'integrazione della ferrovia urbana direttamente nei centri abitati consolidati esistenti.

Questa Alternativa A2 preferibile ha tra le sue caratteristiche peculiari:

- collega direttamente molti degli insediamenti della zona;
- La S-bahn serve circa 250.000 potenziali residenti stabili;
- collega da costa a costa l'istmo regionale e nazionale più stretto;
- crea il collegamento più veloce e più breve possibile sul territorio nazionale tra le due fondamentali dorsali ferroviarie Tirreno e Ionio;
- contribuendo in tal modo a collegare due dei megacorridoi transeuropei e paneuropei I (Palermo-Berlino) e VIII (Skopje-Varna).

L'A2 Alternative ha l'ulteriore caratteristica distintiva di svolgere un doppio servizio sia locale che sovra-locale in un luogo unificato che è sia treno-tram che ferrovia a lunga percorrenza, in analogia con i punti di riferimento e le esperienze continentali, come la S-Bahn.

Successivamente, nel Case Study, i costi dell'Alternativa A2 per l'ammodernamento (e la velocizzazione) della ferrovia esistente sono stati stimati in 140 milioni di euro (le ultime stime con aggiornamento dell'inflazione galoppante portano il costo a 168 milioni di euro). Sono riportati i costi del progetto del tracciato completamente nuovo, situato all'estremo sud di tutti gli insediamenti, costituenti l'Alternativa A3, che costerebbe oltre 405 milioni di euro (le ultime stime con aggiornamento dell'inflazione in ascesa portano il costo a 485 milioni di euro).

In termini di costi, l'alternativa 2 preferita sembra essere

la più equilibrata, molto più anche dell'alternativa 1 (non fare nulla). Quest'ultimo solo apparentemente non ha costi di costruzione pubblici. Nasconde infatti enormi costi privati e implicite (e non immediatamente monetarie) sofferenze sociali, dovute a: pendolarismo in auto (un-pooled) di persone; tempi di percorrenza; inquinamento atmosferico; rischi di incidenti; congestione urbana; elevati costi personali privati per l'utilizzo del singolo veicolo. Con il criterio aggiuntivo del costo, la matrice di dati ordinali è stata ampliata ed è stata ripetuta la valutazione a criteri multipli, classificando ciascun criterio per ogni alternativa con punteggi ordinali sempre espressi dal panel di esperti.

I risultati prodotti dal modello analitico e dal relativo software, entrambi spazializzati, hanno confermato l'ordine di grandezza della precedente classificazione delle alternative, e hanno sottolineato l'affidabilità del metodo e dell'approccio, in linea con gli obiettivi espressi dagli stessi criteri

### 11. PRIME CONSIDERAZIONI

La letteratura più aggiornata (Ibrahim, 2022; e [in ordine progressivo]: Nijkamp 1997; Nijkamp 2004a; Bottone 2004b; Vreeker 2005; Nijkamp 2012; Carigliu 2013; Nijkamp 2013a; Beuthe 2018 a; Camagni 2018 b) rileva una totale mancanza di prototipi e casi di studio significativi riguardanti la potenziale mitigazione dell'espansione urbana locale attraverso il trasporto pubblico locale verde su rotaia. Uno degli obiettivi della presente ricerca è quello di fornire una risposta a questo argomento trascurato. La ricerca ha raggiunto i suoi obiettivi con alcune innovazioni.

La ricerca ha raggiunto l'obiettivo di ottenere evidenze empiriche che la valutazione, attraverso rigorosi criteri qualitativi e un algoritmo ordinale affidabile, possa analizzare e confrontare strategie alternative complesse di trasporto pubblico, scegliendo le migliori in grado di svolgere, seguendo l'approccio dello «scenario strategico basato su valutazioni esperte», molteplici missioni in sincronia: -servire i pendolari in modo green e sostenibile come la S-bahn; -collegare in modo stabile persone, città e luoghi; -mitigare lo sprawl valorizzando i quartieri compatti e i distretti quartieri densi; -ridurre le emissioni inquinanti.

Seguendo l'approccio dello «scenario strategico basato su valutazioni esperte», la ricerca ha creato un set originale di criteri specifici, per testare e verificare se le strategie di trasporto pubblico possono, in sincronia e allo stesso tempo:

- mitigare la tendenza locale verso lo sprawl;
- rafforzando le città e i quartieri tradizionali densi e multifunzionali;

- servendo con i binari direttamente i loro residenti, oltre a tutti gli altri viaggiatori.

Poiché uno degli obiettivi della ricerca è quello di superare la totale mancanza di casi di studio prototipali con un'interazione diretta tra espansione urbana, insediamenti compatti e trasporto pubblico strategico su rotaia, la ricerca fornisce un caso di studio paradigmatico nel mondo reale nell'area più ristretta dell'Italia continentale, di soli 48 km di larghezza: l'istmo di Lamezia Terme e Catanzaro, la parte centrale della Calabria, la regione più a Sud dell'Italia continentale.

Inoltre, la ricerca ha inventato una nuova piattaforma generale originale di analisi multicriteriale, all'interno del quadro GIS, realizzata dal Laboratorio Universitario Gevaul (Geomatic Valuation University Laboratory) dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

Nel caso di studio del mondo reale, le strategie e i progetti sono alternativi e la politica è bloccata su questo. La valutazione accademica gratuita eseguita nella ricerca ha aiutato il mondo reale e l'arena politica ha scelto per l'alternativa selezionata attraverso l'attuale valutazione multicriteriale comparativa gratuita.

La metodologia e il processo sono ad accesso aperto e ripetibili, comparabili, confutabili, verificabili.

Come prima conclusione, la ricerca ha quindi raggiunto l'obiettivo di strutturare l'analisi e la valutazione di alternative strategie e progetti di infrastrutture di trasporto in un'area geografica per ricavare, applicando un motore a criteri multipli, una classifica gerarchica per la scelta tra alternative.

Il limite delle variabili e dei criteri qualitativi è la loro forza: criteri ordinali chiari possono valutare in modo efficace e comparativo scelte politiche alternative conflittuali in modo perfetto e soprattutto PREVENTIVO e tempestivo, senza costosissime analisi costi-benefici che possono essere eseguite nella fase immediatamente successiva.

Un limite della presente ricerca è la mancanza di un'analisi dettagliata e della conseguente stima analitica dei costi dell'alternativa A2, quella selezionata attraverso l'approccio dello «scenario strategico basato su valutazioni di esperti». La stima dettagliata dei costi dell'alternativa A2 sarà oggetto di una prima ricerca futura a breve termine e, a medio termine, ulteriori ricerche quantificheranno l'impronta ecologica benefica del servizio ferroviario urbano e interurbano e valuteranno il beneficio sociale di evitare le emissioni di CO<sub>2</sub> grazie dovute a un minore uso di automobili private. Quindi, sarà la situazione adeguata al fine di potere abbozzare un'analisi costi-benefici.

Una ulteriore ricerca futura sarà la valutazione dell'impatto di una maggiore accessibilità (influenzando anche la sicurezza sismica, in generale) sui valori immobiliari (Manganeli, 2018; Del Giudice, 2014).

\* **Mariangela Musolino**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: mariangela.musolino@unirc.it

\*\* **Domenico Enrico Massimo**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: demassimo@gmail.com

\*\*\* **Pierfrancesco De Paola**, Department of Industrial Engineering, University of Naples "Federico II", 80 Vincenzo Tecchio Sq., 80125 Naples, Italy  
e-mail: pierfrancesco.depaola@unina.it

\*\*\*\* **Antonio Pietro Paolo Massimo**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: gevaul2@gmail.com

\*\*\*\*\* **Alessandro Malerba**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: malerbale@gmail.com

\*\*\*\*\* **Roberta Errigo**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: robertaerrigo23@gmail.com

\*\*\*\*\* **Riccardo Maria Cefalà**, GeVaUL, Geomatic Valuation University Laboratory, Patrimony Architecture Urbanism (PAU) Department, Mediterranean University of Reggio Calabria, 25 Viale dell'Università, 89124 Reggio Calabria, Italy  
e-mail: riccardo.cefala@gmail.com

\*\*\*\*\* **con Karen R. Polenske**, Emeritus, Department of Urban Studies and Planning (DUSP), Massachusetts Institute of Technology (MIT), Massachusetts Avenue, Cambridge, Massachusetts - 02139, Usa.  
e-mail: gevaul4@gmail.com

#### Contributi degli autori

Gli autori hanno contribuito in egual misura all'articolo. Tutti gli autori hanno letto e accettato la versione pubblicata del manoscritto.

#### Bibliografia

«Nell'area di ricerca sociale ed economica riguardante la potenziale mitigazione dell'espansione urbana incontrollata LOCALE attraverso il trasporto pubblico verde su rotaia, c'è una totale mancanza di prototipi e casi di studio significativi a livello LOCALE»

(Ibrahim, 2022)

#### RICERCA INTRODUTTIVA SULLO SPRAWL

CLAWSON M., *Suburban Land Conversion*. Series: RFF: 405 pages. Publisher: RFF Press, 1st Ed. edition, Washington, Mimeo, 1971.

CLAWSON M., *Planning and Urban Growth: An Anglo-American Comparison, Resources for the Future, Cities and Towns*, Washington, Mimeo, 1973.

#### SPRAWL

YOUNG D., *Alternatives to Sprawl*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Ma, Usa. ISBN: 1-55844-128-X, 1995.

GALSTER G., HANSON R., RATCLIFFE M., COLEMAN S., FREIHAGE J., *Wrestling Sprawl to the Ground*, Housing Policy Debate. Vol. 12, n. 4, 2001.

KIM A.M., *Urban Land Market Development in Transition Economies*. Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo, 2002.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, *URBAN SPRAWL IN EUROPE, The Ignored Challenge*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISSN 1725-9177, 2006.

EMILIANI V., *Il consumo di suolo in Italia*. Roma. Mimeo, 2007.

SAUM C., *Beijing and Shanghai: Places of Change and Contradiction. Land Lines*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Ma, Usa, 2008, Vol. 20, n. 4: pp. 2-7.

#### VALUTAZIONE DELLO SPRAWL LOCALE

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Valutazione dell'urban sprawl e strumenti GIS*. In: Asita (ed) Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali. Asita, Milano, ISBN 978-88-903132-2-6, 2009a, Vol. II: pp. 1399-1404.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Urban sprawl e crescita economica territoriale. La sfida della scala in una stima a livello sub-regionale*. In: Atti della XXX Conferenza Italiana



di Scienze Regionali, AISRe. Federalismo, integrazione europea e crescita regionale. Firenze, 09-11.09.2009. AISRe, Milano. CD-Rom, 2009b.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *Valuation of Landscape Change. Sprawl as a Driver in the Backstage of Landscape Mosaic*. Architettura del Paesaggio. CD-Rom. ISSN: 1125-0259, 2009.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., FRAGOMENI C., GUIDARA M., MALERBA A., MARZO MICALE A., MASSIMO A.P.P., MERCURI A.E.S., VESCIO M., *GIS dello sprawl urbanistico. Recenti innovazioni nelle stime quantitative*. In: Atti della 12a Conferenza Nazionale Utenti ESRI. Gis in action. Roma, 27-28.05.2009. ESRI Italia, Roma. CD-Rom, 2009.

MASSIMO D.E., *Valutazione diacronica dei rapporti tra diverse tipologie di paesaggio. Un Caso di Studio di area vasta*. In: Stanghellini S. (ed) Valutazione e progetto di paesaggio. DEI, Roma, 2009.

#### VALUTAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

BEN-AKIVA M.E., LERMAN S., *Disaggregate Travel and Mobility-Choice Model and Measures of Accessibility*. In: Hensher D., STOPHER P. (ed.) Behavioural Travel Modeling. Proceedings of the 3rd International Conference on Behavioural Travel Modeling. Croom Helm, London: 1997, pp. 645-679.

BEN-AKIVA M.E., BIERLAIRE M., *Discrete Choice Method and Their Application to Short-Term Travel Decisions*. In: Hall R. W. (ed.) Handbook of Transportation Science. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa, 1999.

CAMERON I., KENWORTHY J.R., LYONS T.J., *Understanding and predicting private motorized urban mobility*. Transportation Research. Part D, 2003, Vol. 8: pp. 267-283.

GAKENHEIMER R., ZEGRAS C., *Drivers of travel demand in cities of the developing world*. Mobility 2030: Meeting the challenges of sustainability. World Business Council for Sustainable Development, Conches-Geneva. Mimeo, 2004.

HALL R.W. (ed.), *Handbook of Transportation Science*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa, 1999.

WILSON N.H.M., NUZZOLO A., *Schedule-Based Dynamic Transit Modelling: Theory and Applications*. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Ma, Usa, 2004.

ZEGRAS C., *Mainstreaming Sustainable Urban Mobility*. In: Dimitriou H., Gakenheimer R. (ed.) Transport Policy-Making and Planning for Cities of the Developing World. Routledge, New York, Usa, 2009.

ZEGRAS C., Gakenheimer R., *Urban Growth Management for Mobility: The Case of the Santiago, Chile Metropolitan Region*. Lincoln Institute of Land Policy and MIT Cooperative Program, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo, 2000.

ZEGRAS C., SRINIVASAN S., *Household Income, Travel Behaviour, Location and Accessibility: Sketches From Two Different Developing Contexts*. Transportation Research Record. N. 2038. Transportation Research Board of the

National Academies, Washington D.C., Usa. ISSN: 0361-1981, 2007.

ZEGRAS C., SUSSMAN J., CONKLIN C., *Scenario Planning: a Proposed Approach for Strategic Regional Transportation Planning*, Journal of Urban Planning and Development. Vol. 130. American Society of Civil Engineers, Renton, Va, Usa, 2004.

ZHAN G., *Transfers and Path Choice in Urban Public Transportation System*. Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Ma, Usa. Mimeo, 2008.

ZHAO J.H., WILSON N.H.M., RAHBEE A., *Estimating Rail Passenger Trip Origin-Destination Matrix Using Automatic Data Collection*. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2006, Vol. 22, n. 5: pp. 376-387.

#### VALUTAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO. ITALIA

MARCUCCI E., GATTA V., *Definizione e metodi di stima della qualità nei servizi: il caso dei trasporti*. Università degli Studi di Urbino, Urbino. Mimeo, 2005.

MARONE E. (ed.), *Le grandi infrastrutture: approcci di ordine giuridico, economico ed estimativo*. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-2481, 2005.

MARONE E. (ed.), *La Valutazione degli investimenti infrastrutturali urbani ed extraurbani*. Aspetti giuridici, estimativi ed ambientali. Firenze University Press, Firenze. ISSN: 1826-249X, 2009.

STANGHELLINI S., *La selezione dei progetti e il controllo dei costi nella riqualificazione urbana e territoriale*. Alinea Editrice, Firenze: pp. 217-242. ISBN: 888-12-583-74, 2004.

#### VALUTAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO. SCALA LOCALE E REGIONALE

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Transport system to re-direct the "sprawl without growth"*. Comparison between alpine and southernmost Italian regions. In: Atti della XXXI Conferenza Italiana di Scienze Regionali, AISRe. Identità, qualità e competitività territoriale. Sviluppo economico e coesione nei territori alpini. Aosta, 20-22.09.2010. AISRe, Milano. CD-Rom, 2010.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Sustainable Transport to Foster Urban Sustainability versus Sprawl*. In: Proceedings of the XII Scientific Meeting of the Italian Society of Transport Economics, SIET. Sustainability, quality and security in transport and logistics systems. Rome 17-18.06.2010. FrancoAngeli, Milano (In press), 2010.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., CEFALA R.M., VESCIO M., *Sustainable Public Green Transport to Face Sprawl*. Geodatabase for Impact Valuation and Alternative Choice. In: Asita (ed.) Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali. Asita, Milano: 2010, pp. 1281-1287. ISBN: 978-88-903132-5-7.



MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *Urban sprawl e valutazione di infrastrutture di trasporto. Un Caso di Studio nell'area centrale della Calabria*. In: Marone E. (ed.) *La Valutazione degli investimenti infrastrutturali urbani ed extraurbani. Aspetti giuridici, estimativi ed ambientali*. Firenze University Press, Firenze, 2009b. ISSN: 1826-249X.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *GIS for Valuation of Urban Sprawl and Green Transportation*. Proceedings of the 30th ESRI International User Conference. Geography - Opening the World to Everyone. San Diego, California, Usa. July 12-16.07.2010. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom, 2010.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Valuation of green transportation to foster sustainable development*. In: Borruso G., Bertazzon S., Favretto A., MURGANTE B., TORRE C. (ed.) *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies*. IGI Global, Hershey, Pa (Usa), 2010.

#### PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI A LIVELLO NAZIONALE

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, *PON TRASPORTI 2000-2006*. Roma. Mimeo, 2001.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, *Piano Generale dei Trasporti e della Logistica nazionale e corridoi paneuropei e magrebino*. Roma. Mimeo, 2001.

#### PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI A LIVELLO REGIONALE E PROVINCIALE

PROVINCIA DI CATANZARO, *Piano di Bacino della Provincia di Catanzaro* redatto ai sensi dell'art.11 della l.r. 23/1999. Gruppo Soges, Catanzaro. Mimeo, 2006.

REGIONE CALABRIA, *Programma Operativo Regione Calabria. Complemento di programmazione*. Scheda di Misura. Asse VI – Reti e Nodi di Servizio. Catanzaro. Mimeo, 2001.

REGIONE CALABRIA, *Piano Regionale dei Trasporti. Adeguamento ed aggiornamento (Maggio 2003)*. Vol. 1: *Analisi della situazione attuale e previsione degli scenari futuri*. Ecosfera, Catanzaro. Mimeo, 2003.

REGIONE CALABRIA, *Programma Operativo Regionale, POR Calabria, FESR 2007-2013*. Catanzaro. Mimeo, 2007.

#### NUOVA URBANISTICA. ORIGINE

KRIER L., *Rational Architecture Rationelle*, Bruxelles, AAM Editions, 1978.

KRIER L., *Drawings 1967-1980*, Bruxelles, AAM Editions, 1981.

KRIER L., *Houses, Palaces, Cities*. Edited by Demetri Porphyrios, *Architectural Design*, 54 7/8, 1984.

KRIER L., *Architecture & Urban Design 1967-1992*, London, Academy Editions, 1992.

KRIER L., *Architecture: Choice or Fate*, London, Andreas Papadakis Publishers, 1998.

KRIER L., *Get Your House Right*, *Architectural Elements to*

*Use & Avoid*, New York, Sterling Publishing, 2007.

KRIER L., *The Architectural Tuning of Settlements*, London, The Prince's Foundation, 2008.

KRIER L., *Drawing for Architecture*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2009.

KRIER L., *The Architecture of Community*, Washington DC, Island Press, 2009.

PORPHYRIOS D., *New Urbanism*, *Architectural Design*, 1984, 54, 7/8.

#### SVILUPPO ORIENTATO AL TRANSITO, TOD. ORIGINE

ARRINGTON G.B., PARKER T., *Factors for Success in California's Transit-Oriented Development*. California Department of Transportation, *Statewide Transit-Oriented Development Study*, Sacramento, 2001.

BERTOLINI L., *Spatial Development Patterns and Public Transport: the Application of an Analytical Model in the Netherlands*. *Planning Practice and Research*, 1999, Vol. 14, n. 2, pp. 199-210.

CALTHORPE P., *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press, New York, 1993.

CERVERO R., DUNCAN M., *Transit's Value Added*. *Urban Land*, Vol. 61, n. 2, 2002, pp. 77-8.

CERVERO R., FERRELL C., MURPHY S., *Transit-Oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review*, TCRP Project H-27, *Research Results Digest*, n. 52. October, 2002.

HUANG H., *The Land-use Impacts of Urban Rail Transit Systems*. *Journal of Planning Literature*, 1996, Vol. 11, n. 1: pp. 17-30.

PORTER D.R., *Transit-Focused Development: a Synthesis of Transit Practice*. National Academy Press, Washington, 1997.

RICS, *Transport Development Areas: Guide to good practice*. RICS, London, 2002.

TOD Institute, *Elements of Placemaking*. TOD Institute, Washington, DC, Usa, 2023.

#### SVILUPPO ORIENTATO AL TRANSITO, TOD. REVISIONE GENERALE 2022

IBRAHIM, S.M., AYAD H.M. & SAADALLAH D.M., *Planning transit-oriented development (TOD): a systematic literature review of measuring the transit-oriented development levels*. *International Journal of Transport Development and Integration*, 6(4), 378-398, 2022 .

#### SVILUPPO ORIENTATO AL TRANSITO, TOD. APPLICAZIONI PIÙ RECENTI

ASHIK F.R., RAHMAN M.H., KAMRUZZAMAN M., *«Investigating the impacts of transit-oriented development on transport - related CO<sub>2</sub> emissions»*, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 105: 103227, 2022.

**SVILUPPO ORIENTATO AL TRANSITO, TOD. SOLO  
ALCUNE RECENTISSIME IMPLEMENTAZIONI (2007-2023)**

«Transit-Oriented Development Guidelines». City of Ottawa.

Wayback Machine. Abag.ca.gov. 2008.

<https://humantransit.org/2009/07/how-paris-is-like-los-angeles.html>. «How Paris is Like Los Angeles (Via New York)». 2009.

San Francisco Bay Area Vision Project. Archived, June 7, at the Wayback Machine, Bayareavision, 2009.

«Old Town Fort Road Redevelopment». City of Edmonton. 2010.

«Stadium Station Transit Oriented Development». City of Edmonton. 2010.

Arlington joins DC in Bike-Sharing Program». MyFoxDC.com. 2011.

«Arlington votes (sort of) to expand cabi; more places likely to follow». The Wash Cycle. 2011.

«Arlington County, Virginia – National Award for Smart Growth Achievement–2002 winner presentation». Epa.gov. 2011.

«Smart growth: PLanning Division: Arlington, Virginia». Arlingtonva.us. 2011.

«Buftod 2012». 2012

Un Premier Plan d'Aménagement Durable pour le Grand Montréal | Voir vert - Le portail du bâtiment durable au Québec. Voirvert.ca. 2013.

Transit Oriented Development, Sustainable City Living The Milton. 2013.

Nahlik M.J., Chester M.V., *Transit-oriented smart growth can reduce life-cycle environmental impacts and household costs in Los Angeles*. Transport Policy, 2014, 35, pp. 21–30.

«What is TOD?». Institute for Transportation and Development Policy. July 24, 2014.

«Master Plan». MacArthur Station. 2017.

«More density around rail stations and new schemes for renters: NSW housing plan». 2017.

«Sydney stations chosen for mass-transit-oriented developments». 2017.

«News in brief: city seeking public art for southwest rapid transitway», Winnipeg Free Press, 2017.

CREDIT K., «Transit-oriented economic development: The impact of light rail on new business starts in the Phoenix, AZ Region, USA», Urban Studies, 2018, 55 (13), pp. 2838–2862.

«News in brief: City seeking public art for southwest rapid transitway». Winnipeg Free Press. 2018.

«The 'Rail plus Property' model: Hong Kong's successful self-financing formula». McKinsey & Company. 2018.

«Developers see 2019 as good year for building near transit stops». The Jakarta Post. 2019.

Concetto di sviluppo urbano con 5 prototipi di stazioni ferroviarie elettriche TOD. 2020.

A study on Transit Oriented Development in Thailand. Executive Summary Report Chon Buri (Pattaya) TOD Prototype (PDF), 2021.

«BRIO». Calgary.skyrisecities.com. 2021.

«Chicago releases first-ever equitable transit-oriented development plan». Streetsblog Chicago. 2021.

«Hiatus for Bandar Malaysia project». The Star. 2021.

High Speed Rail Project Construction In Chonburi Linked To Three Major Airports Expected To Start, 2021.

Makkasan TOD Thailand – Aravia. 2021.

«Midtown Station». Calgary.skyrisecities.com. 2021.

NYC Subway Neighborhoods: Which Have Best and Worst Access? | StreetEasy». StreetEasy Blog. 2021.

PAUL J., TAYLOR B.D., «Who lives in transit-friendly neighborhoods? An analysis of California neighborhoods over time». Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. 10: 100341, 2021.

Planning (March 8, 2017). «Melbourne 2030: Planning for sustainable growth». Planning. 2021.

Si Racha TOD Thailand – Aravia. 2021

«TRANSIT Oriented Development implementation strategy» (PDF). City of Calgary, 2021.

«University City». Calgary.skyrisecities.com. 2021.

«The 'Rail plus Property' model: Hong Kong's successful self-financing formula McKinsey». www.mckinsey.com. 2022.

«Criteria and Scoring Guide, Transit Village Initiative, Community Programs». www.state.nj.us. 2023.

«Frequently Asked Questions, Transit Village Initiative, Community Programs». www.state.nj.us. 2023.

«Transit Village Initiative overview, Community Programs». www.state.nj.us. 2023.

**ANALISI MULTI CRITERIA, MCA. REGIME ORIGINE**

ALBERS L.H., GEWICHTLOZE G., Cultuurhistorische betekenis van landgoederen geëvalueerd met behulp van multi criteria analyse. Delftse Universitaire Pers, Delft, NI, 1987.

COCCOSSIS H., NIJKAMP P. (ed.), *Planning for Our Cultural Heritage: Avebury Publisher*. Aldershot (England, UK); Brookfield (Vt, Usa); Hong Kong; Singapore; Sidney. ISBN: 18-597-217-88, 1995.

HARTOG J. A., HINLOOPEN E., NIJKAMP P., *Multi Criteria Methoden. Vrije Universiteit*, Amsterdam, 1988.

HINLOOPEN E., De Regime Methode. Masterthesis Vrije Universiteit, Amsterdam, 1985.

HINLOOPEN E., NIJKAMP P., Regime-methode voor ordinale multicriteria-analyses; Een beschouwing en een commentaar. Rev. Kwantitatieve Methoden, n. 22, 1986, pp. 61-78.

ISRAELS A.Z., KELLER W.J., Multicriteria Analyse voor ordinale



data. *Kwantitatieve Methoden*, 1986, Vol. 21: pp. 49-74.

NIJKAMP P., VREEKER R., «Sustainability assessment of development scenarios: methodology and application». *Ecological Economics*, Elsevier, vol. 33(1), 2000 April, pp. 7-27.

#### ANALISI MULTI CRITERIA. FLAG MODEL

OUWERSLOOT H., *A Decision Support System for Regional Sustainable Development: The Flag Model, Theory and Implementation of Sustainable Development Modelling*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, the Netherlands, 1998.

#### APPROCCIO DI SCENARIO STRATEGICO BASATO SU ESPERTI DI MCA, PER LA VALUTAZIONE DI SISTEMI DI TRASPORTO URBANO SOSTENIBILI

NIJKAMP P., OUWERSLOOT H., RIENSTRA S.A., *Sustainable Urban Transport Systems: An Expert-based Strategic Scenario Approach*. Sage Journals 1997, Vol. 34, Issue 4, doi.org/10.1080/0042098975989.

NIJKAMP P., REGGIANI A., TSANG W.F., *Comparative modelling of interregional transport flows: Applications to multimodal European freight transport*. *European Journal of Operational Research* 2004, Vol. 155, Issue 3, pp. 584-602, doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.007.

BUTTON K.J., NIJKAMP P., RIETVELD P., *Land-use, Transportation and Urban Development*. *Contributions to Economic Analysis* 2004, Vol. 266, pp. 151-179, doi.org/10.1016/S0573-8555(04)66006-8.

VREEKER R., NIJKAMP P., *Multicriteria Evaluation of Transport Policies*. In Button K.J., Hensher D.A. (eds), *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, 2005, Vol. 6, pp. 507-526. Emerald Group Publishing Limited, Bingley, doi.org/10.1108/9780080456041-030.

NIJKAMP P., BLAAS E.W., *Impact Assessment and Evaluation in Transportation Planning*. *Transportation, research, economics and policy*, 2012. Springer Science and Business Media, Dordrecht, ISBN 978-90-481-4353-5, doi: 10.1007/978-94-015-8293-3.

CARAGLIU A., DEL BO C., NIJKAMP P., «Smart Cities in Europe». In Deakin M. (ed), *Creating Smart-er Cities*, 2013. Routledge, London, ISBN 9781315873244, doi.org/10.4324/9781315873244

NIJKAMP P., KOURTIT K., *The «New Urban Europe»: Global Challenges and Local Responses in the Urban Century*. *European Planning Studies* 2013, Vol. 21, Issue 3, pp. 291-315, doi.org/10.1080/09654313.2012.716243.

BEUTHE M., NIJKAMP P., *New Contributions to Transportation Analysis in Europe*. Routledge Revivals, 2018. Routledge, Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, ISBN 978-1-138-33859-3.

CAMAGNI R., CAPELLO R., NIJKAMP P., «New Governance Principles for Sustainable Urban Transport». In Beuthe M., Nijkamp P. (eds), *New Contributions to Transportation Analysis in Europe*. Routledge Revivals, 2018. Routledge,

Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN, ISBN 9780429441585.

#### ANALISI MULTI CRITERIA NUOVO APPROCCIO, SISTEMA E STRUMENTI GIS-MCA-GEVAUL. ORIGINE

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Form of urban space, sprawling settlement, role of infrastructures*. In: FALLANCA C. (ed.) *Spazio e Società*. Centro Stampa d'Ateneo, Reggio Calabria pp. 275-278. ISBN 978-88-89367-45-2, 2010.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., *GIS for Valuation of Urban Sprawl and Green Transportation*. *Proceedings of the 30th ESRI International User Conference*. *Geography – Opening the World to Everyone*. San Diego, California, Usa. July 12-16.07.2010. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom, 2010.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Land use dynamics and planning, sprawl and transport alternatives*. *Act locally, impact regionally*. In: *Atti della Sesta Conferenza Nazionale in Informatica e Pianificazione Urbana e Territoriale*. Input 2010. Università degli Studi della Basilicata, Potenza, 2010a.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A.P.P., *Valuation of green transportation to foster sustainable development*. In: BORRUSO G., BERTAZZON S., FAVRETTO A., MURGANTE B., TORRE C. (ed.) *Geographic Information Analysis for Sustainable Development and Economic Planning: New Technologies*. IGI Global, Hershey, Pa (Usa), 2010b.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., MASSIMO A. & CEFALÀ R., *Valutazione a criteri multipli di alternative di trasporto per fronteggiare lo sprawl*. *Aestimum*, 65-84, 2011.

#### CASI DI STUDIO DI ANALISI MULTI CRITERIA. ORIGINE

MASSIMO D.E., *Heritage conservation economics: A case study from Italy*. In: Coccossis H., Nijkamp P. (ed.) *Planning for Our Cultural Heritage*: Avebury Publisher. Aldershot (England, Uk); Brookfield (Vt, Usa); Hong Kong; Singapore; Sidney. ISBN: 18-597-217-88, 1995.: pp. 171-189. ISBN: 18-597-217-88, 1995.

MASSIMO D.E., *Valutazione multidimensionale dei beni culturali: il Castello di Nicastro*. In: Fusco Girard L., Nijkamp P. (ed.) *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*. FrancoAngeli, Milano: pp. 388-418. ISBN: 88-464-0182-4, 1997.

MASSIMO D.E., *Riquilificazione urbana e sviluppo economico. Case Action in Calabria*. In: Camagni R., Fazio V. (ed.) *Politiche locali, infrastrutture per lo sviluppo e processi di integrazione euro-mediterranea*. *Scienze Regionali* 29. FrancoAngeli, Milano: pp. 279-296. ISBN: 88-464-1663-5, 1999.

MASSIMO D.E., *Valutazione dell'insediamento storico per la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile. Stima tassonomica e valore culturale*. *Quaderni del Dipartimento Patrimonio Architettonico e Urbanistico*.

Vol. 29-32: pp. 451-478. ISSN: 1121-0745, 2006.

MASSIMO D.E., MUSOLINO M., BARBALACE A., Uno strumento integrato economico-urbanistico per il governo territoriale di area vasta. Il Sistema Generale di informazione per la Valutazione, SGV. Un caso applicativo. In: Marone E. (ed.) Area vasta e governo del territorio. Nuovi strumenti giuridici, economici ed urbanistici. Firenze University Press, Firenze: pp. 95-149. ISSN: 1826-2481, 2006.

MASSIMO D.E., BARBALACE A., *Historic Center Evaluation Using GIS: a System Provided to Government*. In: Proceedings of 27th ESRI International User Conference.

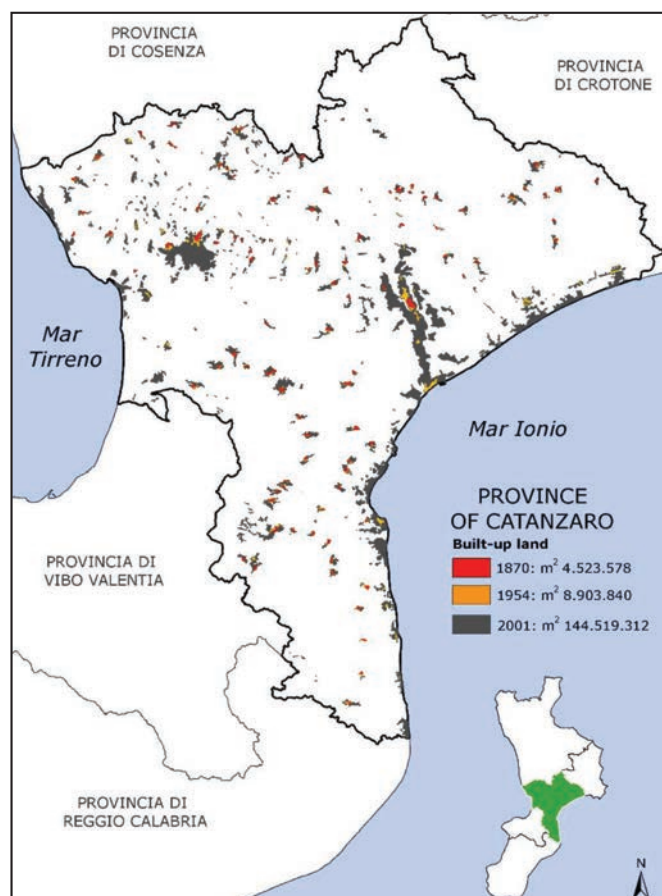
GIS: The Geographic Approach. San Diego, California, Usa, 18-22.06.2007. ESRI Press, Redlands, California, Usa. CD-Rom, 2007.

#### IMPATTO DELL'ACCESSIBILITÀ SUI VALORI IMMOBILIARI

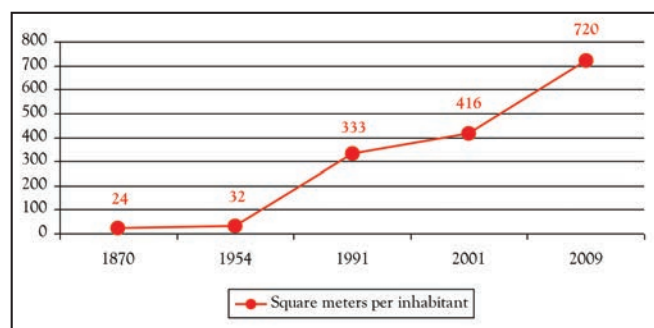
MAGANELLI B., VONA M., DE PAOLA P., *Evaluating the cost and benefits of earthquake protection of buildings*. Journal of European Real Estate Research, 2018, 11(2), pp. 263-278.

DEL GIUDICE V., DE PAOLA P., *undivided real estate shares: Appraisal and interactions with capital markets*. Applied Mechanics and Materials, 2014, 584-586, pp. 2522-2527.

#### FIGURE



**Figura 1** - Valutazione dell'espansione urbana. Insediamenti originali nel 1870 (rosso) e nel 1954 (arancione) all'interno dell'espansione incontrollata di oggi (grigio). Intera provincia di Catanzaro, all'interno della regione Calabria, la più meridionale dell'Italia continentale. Fonte: Autori.



**Figura 2** - Grafico. Provincia di Catanzaro. Valutazione dell'evoluzione urbana. Analisi diacronica 1870-2009. Tendenze: metri quadrati di suolo occupati per ogni abitante (quadrati verdi). Fonte: Autori.



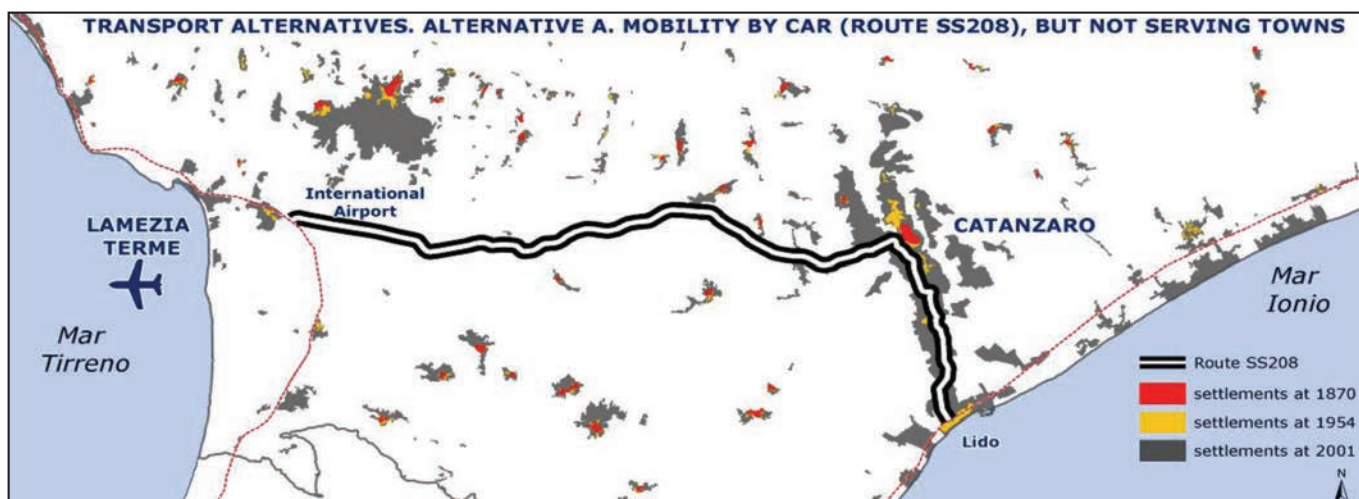


Figura 3 - Zona centrale della Calabria: Lamezia Terme - Catanzaro. Alternativa di trasporto. Mobilità con auto private sulla SS208, non a servizio dei centri abitati (28.000 auto al giorno). Fonte: Autori.

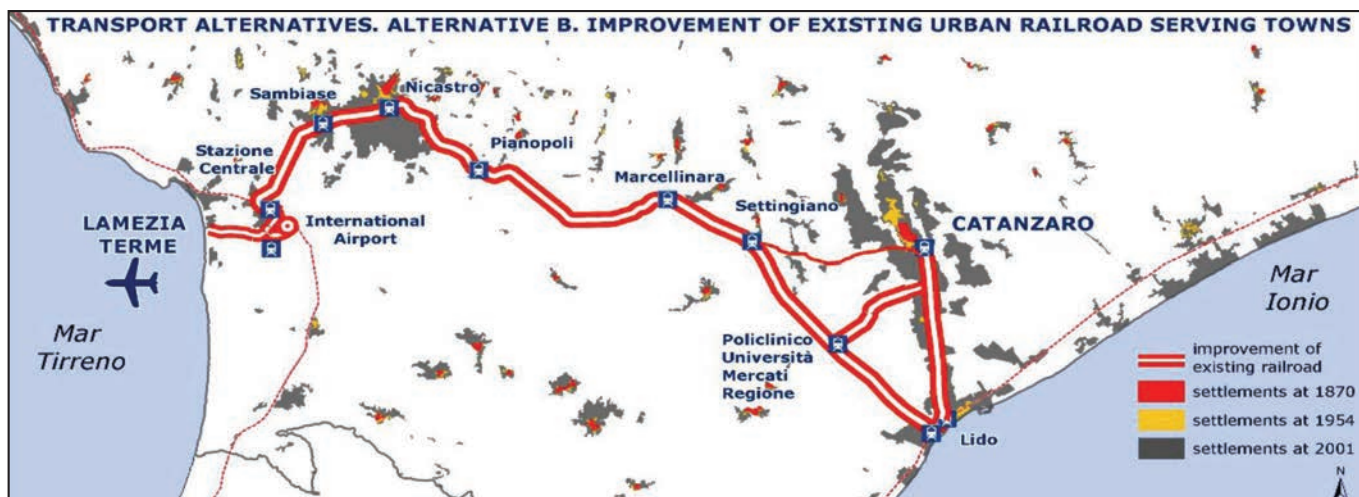


Figura 4 - Zona centrale della Calabria: Lamezia Terme Alternativa di trasporto. Miglioramento della ferrovia urbana esistente (verde) che attraversa gli insediamenti urbani e serve. Fonte: Autori.

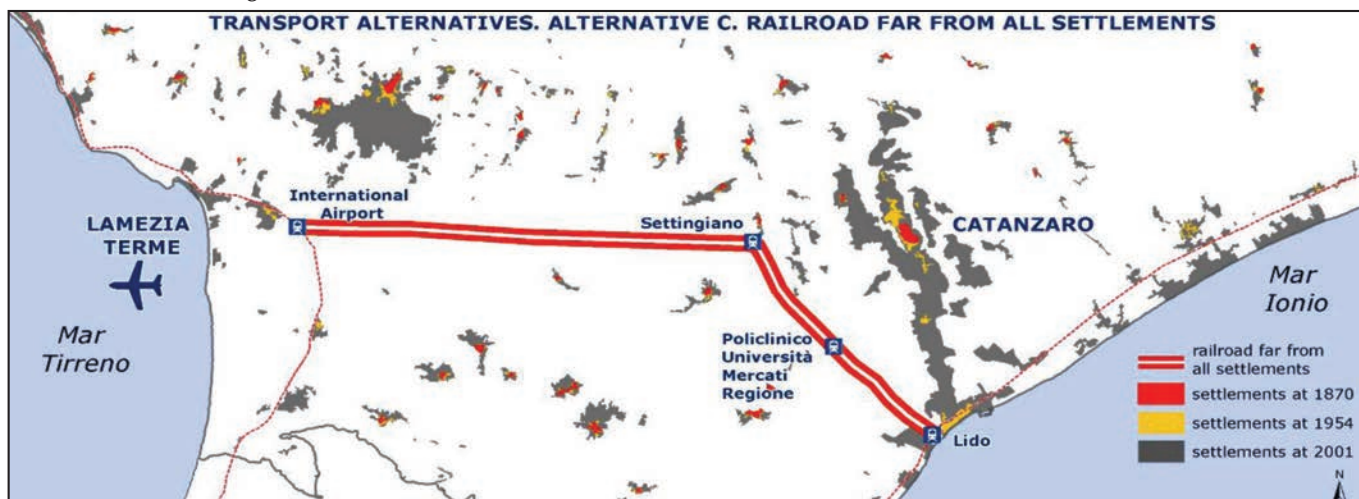


Figura 5 - Zona centrale della Calabria: Lamezia Terme - Catanzaro. Alternativa di trasporto. Ipotetica nuova ferrovia lontana dagli insediamenti. Fonte: Autori.

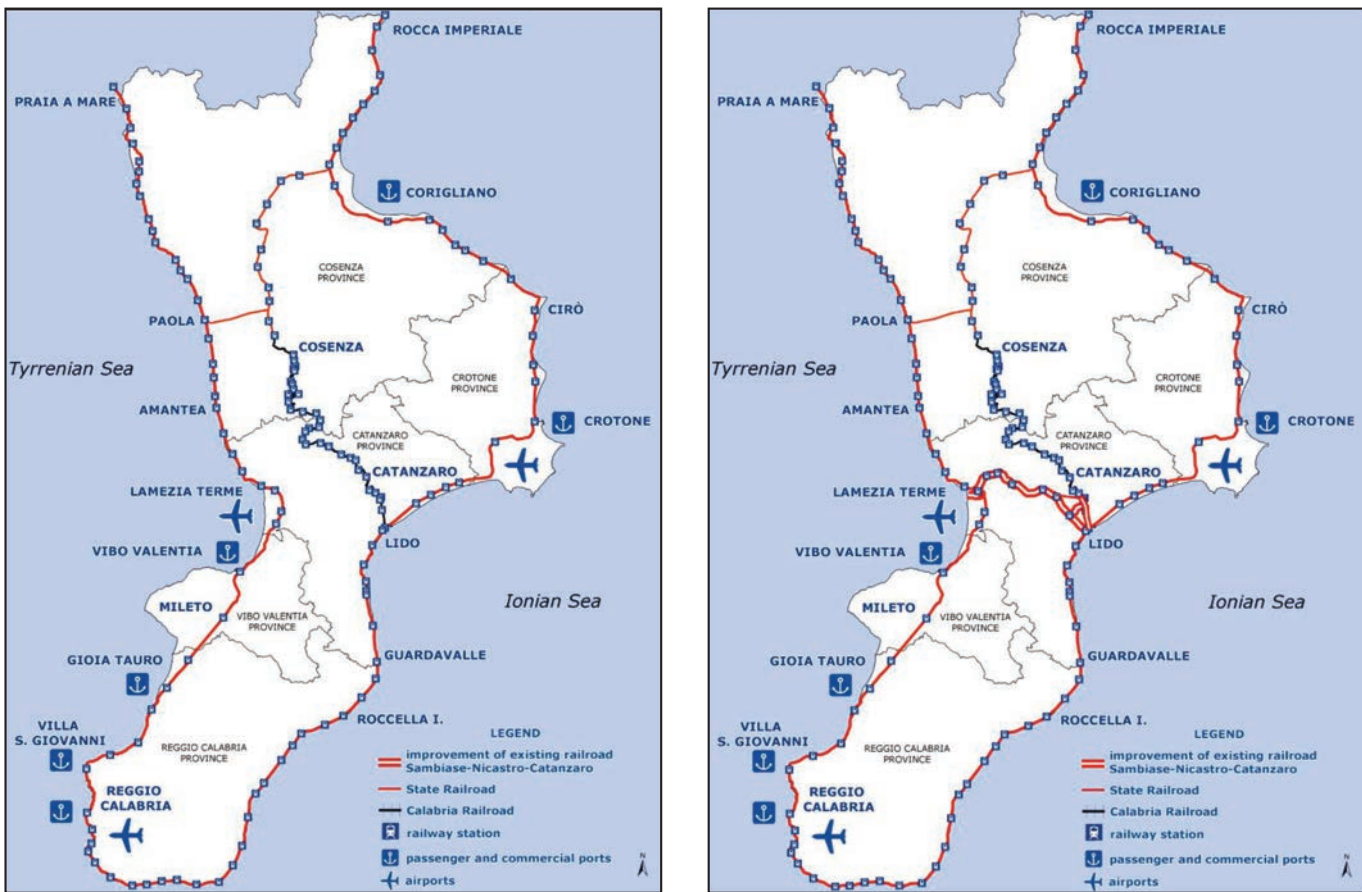


Figura 6 - Impatto delle strategie alternative di trasporto a livello regionale. Infrastrutture per connettere e unificare la Calabria. Il collegamento istmico tra i due corridoi ferroviari nazionali Tirreno e Ionio-Adriatico e la parte più stretta d'Italia (40 km). Fonte: Autori.

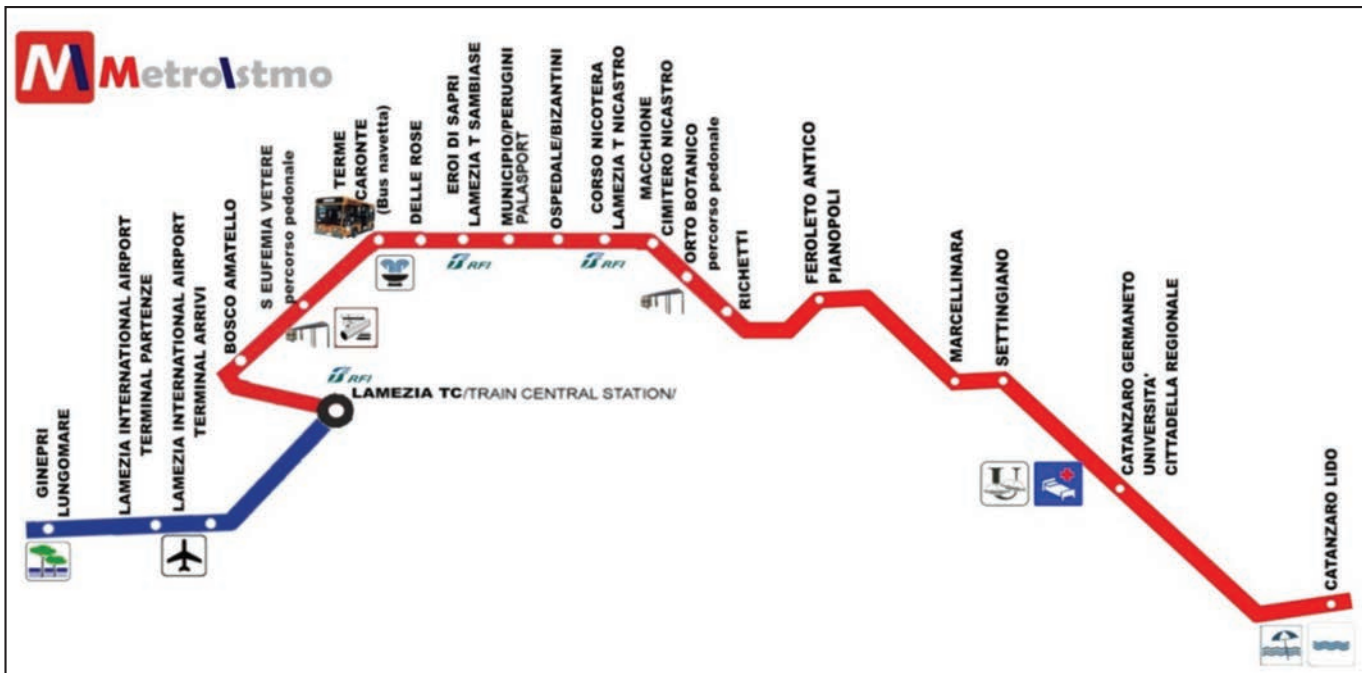


Figura 7 - Impatto delle strategie di trasporto alternative a livello locale. La ferrovia polivalente Metro Istmo S-bahn. Il collegamento interurbano dell'istmo tra i due corridoi ferroviari nazionali Tirreno e Jonio-Adriatico e la parte più stretta d'Italia (40 km). Fonte: Autori.





Lamezia Terme (Cz), Italia. Leon Kier, a sinistra (Royal College of Art, and Architectural Association School, Londra, Regno Unito) nel maggio 1983.

**Figura 8** - Caso di studio. Leon Krier contribuisce alla strategia dei trasporti nell'Area Aeroporto - Santeufemia - Sambiasse - Nicastro - Pianopoli - Germaneto - Lido - Catanzaro. Prima origine del New Urbanism e del TOD. Maggio 1983. Fonte: Autori.



**Figura 9** - Caso di studio. Consultazione delle organizzazioni sociali in merito alle tre strategie alternative di trasporto. Fonte: Autori.



Cambridge, Massachusetts, Usa. Meeting Mediterranea PAU Gevaul - MIT al Department of Urban Studies and Planning (DUSP) del MIT, with Proff. Karen R. Polenske (Sustainable Development), Pericle Christopher Zegras (Transport Sustainable Accessibility) and Michael Flaxman (Alternative Future Evaluation). Panel.

**Figura 10** - Caso di studio. Partnership permanente interuniversitaria tra il Dipartimento di Gevaul Mediterranea PAU e il MIT (Cambridge, Usa) su sviluppo urbano sostenibile, accessibilità e trasporto green in Calabria con focus sull'area centrale. Panel. Fonte: Autori.

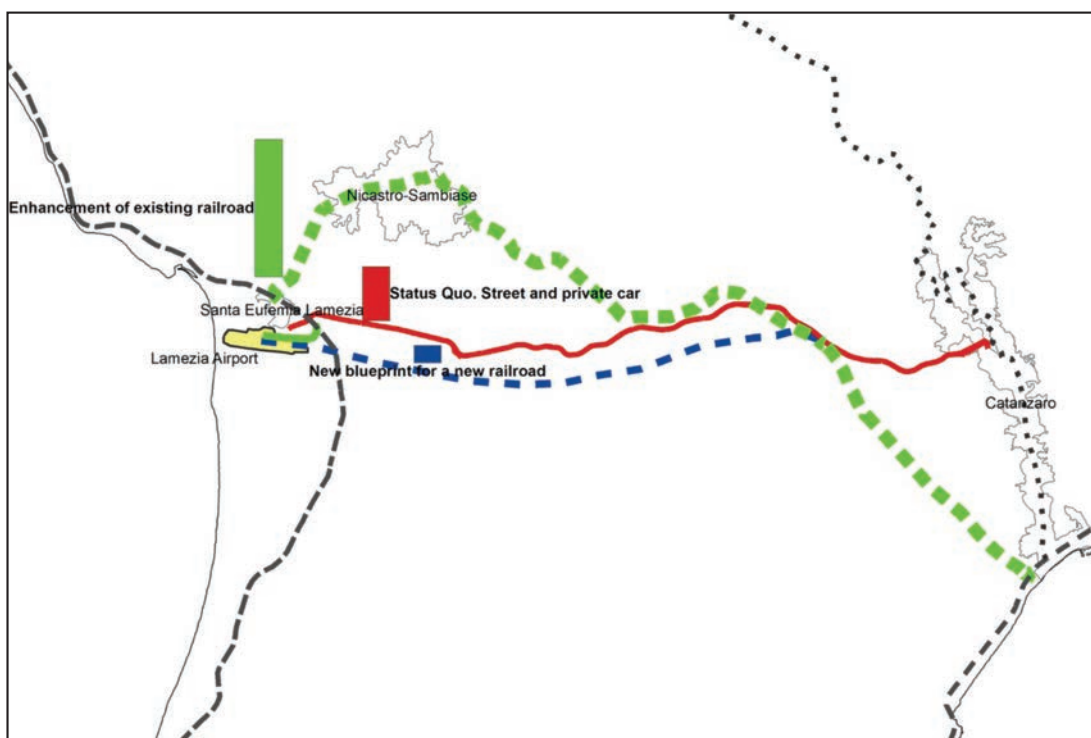


Figura 11 - Caso di studio. Zona centrale della Calabria: Lamezia Terme - Catanzaro Opportunità di trasporto Alternative: rosso=1; verde=2; blu=3. Piattaforma supportata da sistemi geografici che fornisce dati localizzati topograficamente con punteggio. Fonte: Autori.

