

An innovative risk assessment approach in projects for the enhancement of small towns

Antonio Nesticò*, Maria Macchiaroli**, Gabriella Maselli***

keywords: small towns, Cost-Benefit Analysis (CBA), Risk assessment, As Low As Reasonably Practicable (ALARP)

Abstract

The Italian territory is characterized by a network of small municipalities with a weak economy, yet connoted by strong natural and landscape values. These are urban centres with often unique characters that deserve to be preserved from the dramatic consequences of the widespread phenomenon of depopulation. Countering these trends requires the planning of economically sustainable intervention strategies.

With this research, we intend propose an innovative model of economic evaluation able to support the decision maker in the risk analysis related to the projects for the enhancement of small towns.

The idea is to introduce in the traditional evaluation processes thresholds of acceptability and tolerability of risk so as defined by the As Low As Reasonably Practicable (ALARP) logic. Widely consolidated for the evaluation of the safety risk, this principle can also find application in the analysis of the investments in question, where it is necessary to operate a triangular balance between risks, mitigation costs and prosecutable benefits.

The case study demonstrates the effectiveness of the model. In particular, the advantages for the public operator, which can consciously express a judgment on risk of the initiatives to be financed, are relevant.

1. INTRODUCTION

For several decades the changing of the economic conditions and the needs of contemporary society has led to the development and densification processes of the big cities, not only in Italy, with effects often marked on small towns in terms of abandonment and desertification (Antoniucci and Marella, 2016). These dynamics have strongly marked territories of which the small settlements constitute real "structural reinforcement" (Maietti, 2008; Francini et al., 2012).

The actions so far put in place in order to enhance the small centres almost never have produced the desired effect, substantially because they are lacking of a pro-

grammatic scheme of reference, which is essential to address issues certainly connoted by high complexity profiles.

Obviously, these complexities correspond to multiple risk components, rarely evaluated in the project analyses (Aven and Renn, 2009; Aven 2016a). In particular:

- a) *financial risk*, or risk of investor failure, due to the difficulty of expressing with certainty judgments prediction on critical variables, among other, the high costs required to intervene on real estate;
- b) *environmental risk*, given the possibility that certain initiatives may adversely affect the environmental values;

c) *socio-cultural risk* of compromising the oldest traces of material and immaterial culture.

It follows that the *ex ante* risk evaluation of interventions for the promotion of small urbanized centres is an essential part of the decision-making. Nevertheless, the legislative landscape both national and European does not provide any objective criteria useful to the risk assessment of civil project (De Mare *et al.*, 2018; Nesticò and Moffa, 2018, Nesticò and Maselli, 2019). In order to overcome this regulatory gap, scope of work is to characterize a risk assessment model for the economic evaluation of the investments in question. The novelty is found in the use of logic As Low As Reasonably Practicable (ALARP) as an integral part of the procedural schemes of the Cost-Benefit Analysis (CBA). The ALARP principle, promoted by the Health and Safety Executive (HSE), is used whenever it is necessary to estimate the risk of loss of human life. It allows to determine the acceptability and tolerability of the risk in terms of disproportion of the costs for its mitigation compared to actionable benefits in terms of riskiness containment (HSE, 2001; Aven and Abrahamsen, 2007; French *et al.*, 2007; Ale *et al.*, 2015; Nesticò *et al.*, 2018a).

The paper is organized as follows. Paragraph 2 sets out the main problems of risk analysis techniques typically used in the practice. In paragraph 3, the focus is on the ALARP logic and how it can be integrated into traditional analytical protocols. The characterization of the economic model useful to assess the investment risk is in paragraph 4. In the following, we test the proposed protocol with reference to the project for the enhancement for tourism purposes of the ancient village of Aterrana, in the province of Avellino (Italy). The research results, as well as the relevant implications for economic policy, are in the last paragraph.

2. RECALLS ON THE INVESTMENT RISK ANALYSIS

Useful approaches to assessing investment risk include:

- statistical approaches so-called mean-variance, in which a probability distribution is associated with the cash flows and expresses an economic convenience judgment on the basis of the value assumed by dispersion indices (expected return and standard deviation);
- adjustment methods of Net Present Value (NPV). In such a case, it's possible include the risk rate transforming Cash Flow (CF) risky in smaller certain equivalent flows; or, in accordance with the formulations of the Consumption-based Capital Asset Pricing Model - CCAPM, increasing the value of the discount rate with a rate which reflects the risk premium (Nesticò, 2018; De Mare *et al.*, 2018);
- probabilistic tools, such as the Monte Carlo simulation technique. It is necessary
 - a) to identify the sensitive variables of the system, i.e.

those that significantly influence the final value of the profitability indicator;

- b) to define the relative probability distributions;
- c) to move from the stochastic description of the risky parameters to the estimation of the cumulative distribution function of the performance indicator, which provides important indications on the riskiness of the project.

These are probabilistic approaches to support Analysis Cost-Benefit Analysis (CBA), a technique that allows expressing a judgment on the economic convenience of the investment. The CBA is substantiated: in the forecast of costs and benefits that the investment is able to generate in the analysis period; in subsequent discounting of the CFs; then, in the estimation of profitability indicators, namely the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR), the benefit / cost ratio, the Payback Period. When the sensitive variables – those that significantly influence the result of the evaluation – are uncertain, then it is possible to describe them as random variables. In this case, also the cash flows and the profitability indexes of the initiative are rendered in probabilistic terms.

The main problems of valuation approaches listed are two. The first is that the CBA requires transforming in monetary terms all the cash flow that the intervention generates. This is the greatest limitation of the technique in cases where it is necessary to evaluate environmental and social externalities. The second issue concerns the absence of objective criteria for determining whether the investment risk and the residual risk, that persists despite the proposed mitigation measures, are acceptable for the investor or for the community.

Such criticality can be overcome by resorting to the principle ALARP.

3. THE ALARP PRINCIPLE FOR RISK ASSESSMENT

Already exposed in at Health and Safety Executive (HSE) Regulations, the As Low As Reasonably Practicable (ALARP) principle is currently used in high-risk sectors whenever the risk of loss of human life has to be estimated. According to this principle, it is necessary to reduce the risk to levels as low as reasonably practicable. An intervention can be defined as “practicable” if its technical feasibility is shown. Instead, any reduction action of risk is ALARP if “reasonably” viable and sustainable in the broadest sense, i.e. it is tolerable if further mitigation actions have disproportionate costs compared to prosecutable benefits (Ale, 2005; Melchers, 2001; French *et al.*, 2007; Jones-Lee and Aven, 2011; Nesticò *et al.*, 2018a; Nesticò *et al.*, 2018b).

The ALARP principle is described in Figures 1 and 2. The first one makes the “carrot” model defined by HSE (2001), in which three regions of risk are identified:

- 1) the one below, in which the risk is “broadly acceptable” without requiring any reduction;

- 2) the central one, which is the ALARP or “tolerable region”, where the risk is tolerable only if it is impossible to reduce it further or if the costs to mitigate it are disproportionate;
- 3) the upper one, “unacceptable region”, in which the risk must necessarily be mitigated, making it at least ALARP.

The transition from one region to another occurs through two thresholds: the lower one “of wide acceptability”, up to which the risk does not need to be reduced; the upper one “of tolerability”, which separates the ALARP risk zone from the region of unacceptability. For what concerns the extremes of the diagram, given by the vertex and base of the inverted triangle in Figure 1, the first represents a negligible risk rather than zero; while the second does not define a catastrophe risk, but more generally a non-tolerable limit.

Figure 2 shows risk containment as mitigation costs increase. It should be noted that when the risks are very high, a relatively small investment generally allows a significant reduction in risk. Conversely, investments increase asymptotically when the risk is reduced beyond a certain level.

In addition, as shown in Figure 2, risk is as low as reasonably achievable (ALARP), i.e. it is tolerable, when any further mitigation action is disproportionately costly to the benefits that can be achieved.

However, the ALARP principle is able to solve problems relating to health and safety. Nevertheless, it expresses “a general way of thinking”, applicable whenever the primary goal is the triangular balance between risks, reduce costs and potential benefits to be obtained (Redmill, 2010).

With the research, we intend to show that the implementation of the ALARP principle in the ACB schemes allows to define an evaluation model of investment risk based on objective data and shared criteria.

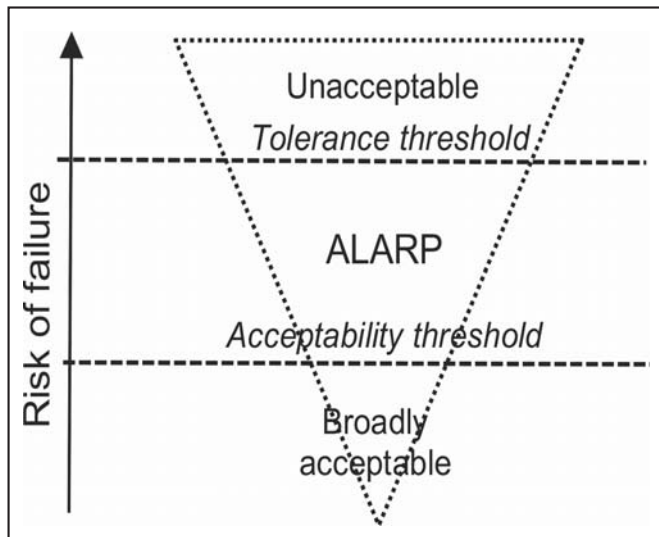


Figure 1 - The ALARP Principle and risk regions.

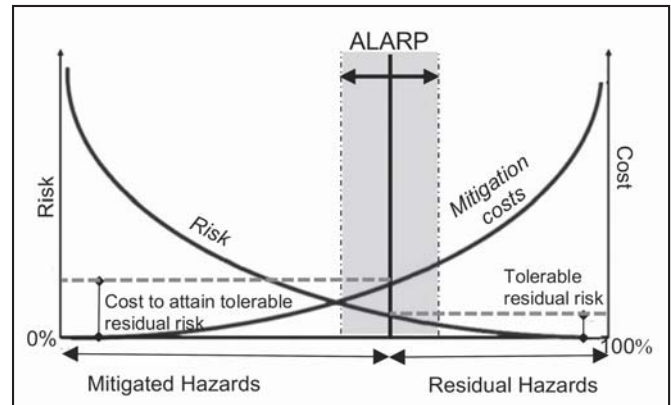


Figure 2 - Relation risk-mitigation costs.

4. THE ALARP PRINCIPLE IN THE CBA SCHEMES FOR INVESTMENT RISK ASSESSMENT. AN INNOVATIVE MODEL

The introduction of the tolerability and acceptability thresholds as defined in the ALARP field becomes main novelty and characterizing feature of an analysis protocol useful to the evaluator to plan the strategies for the project risk mitigation that have costs disproportionate with respect to the expected benefits.

The protocol, which traces the logical-operational phases of the risk management process, involves the following six steps:

- 1) *definition of the risk management objectives.* It's necessary to avoid the failure of intervention and then to determine actions able to produce positive values of profitability indicators of the project;
- 2) *identification of risky project variables.* It consist in the research of sensitive variables of the system, ie those that significantly influence the success / failure of the project;
- 3) *risk analysis.* It first translates into the stochastic description of the risky variables, then into the subsequent estimation of the probability distribution of the performance indicators of investment;
- 4) *risk assessment.* It concerns the comparison between the risk R_1 of project failure, which is read from the cumulative distribution function of the output, and thresholds of acceptability (T_a) and tolerability (T_t). Therefore:
 - if $R_1 > T_t$, risk R_1 is still unacceptable;
 - if $T_a < R_1 < T_t$, risk R_1 is ALARP, that is tolerable only if the costs of possible mitigation options are disproportionate to the benefits to be obtained;
 - if $R_1 < T_a$, then the risk R_1 is broadly acceptable;
- 5) *definition of interventions for risk mitigation and estimation of the new values of performance indicators;*

6) *assessment of the residual risk*. The purpose of this step is to express a judgment on the acceptability of the risk that remains despite the mitigation measures planned. Taking into account the mitigation costs C_m and the risk R_2 of failure following the mitigation action, then the considerations of step 4 are repeated. It follows that the risk R_2 is still unacceptable if above the tolerability threshold; it is ALARP or tolerable as long as it is demonstrated that any mitigation action has costs disproportionate to the achievable benefits; it is widely accepted if below the acceptability threshold.

Figure 3 illustrates the six phases of the model that is applied below to the evaluation of a project for tourist valorisation of the ancient village of Aterrana, in the province of Avellino.



Figure 3 - The phases of the analysis model.

5. CASE STUDY. A PROJECT FOR THE REVIVAL OF THE ANCIENT VILLAGE OF ATERRANA

The object of the analysis is the small village of Aterrana, part of the municipality of Montoro (AV). Incorporated into the natural system of the Monti Picentini Regional Park, Aterrana has a substantially medieval urban layout and still retains the authentic character of the past civilization. With the purpose to counter the depopulation in progress, the proposed interventions aim to enhance the territory by trying to preserve its material and immaterial cultural matrix.

The project mainly aims to: create an en plein air museum in order to enhance the local architecture and increase the people's level of awareness on the value of the historical and artistic heritage of the village; promote events to commemorate the ancient cultural traditions as well as to promote the regional food and wine of the territory; increase the tourist offer, through strategic actions ranging

from the organization of vacation packages and tours among the many nature trails of the village, to the creation of virtual thematic routes.

The six phases of the evaluation protocol, summarized in Figure 3, below are applied to assess the riskiness and therefore the economic convenience of the investment initiative.

5.1 Defining the objectives of the risk management

Evaluating the financial sustainability of the intervention, through the implementation of the Cost-Revenue Analysis and the estimate of the performance indicators, is essential for expressing a judgment on the acceptability of the investment risk.

For the realization of the intervention and for the management of the village, the constitution of a mixed public-private company is assumed. External sources of financing are not expected.

Table 1 summarizes the values of the main parameters of the analysis.

Table 1 - Parameters for financial analysis

Year of the valuation	2019
Analysis period	25 years
Construction phase	1 year
Price system	Currents to 2019, assumed constant over the years of assessment
Discount rate	3%

The investment costs amount to € 299,351 and relate to the achievement of virtual thematic itineraries, eco-museum en plein air, the tourist signs, computer and media, as well as organization of the event "the ways of the Wood" and related promotional campaign. The operating costs include the expenses for the organization of cultural events and food and wine, nature trips, vacation packages. These activities generate the revenue of the project.

The Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) show that the initiative as proposed is not financially sustainable. In fact, the NPV is almost nil and the TIR of 3.01% is roughly coincident with the value of the discount rate.

5.2 Identification of risky project variables

The sensitivity analysis allows identifying the risky investment variables, i.e. those that have the greatest impact on the index of the final profitability. In fact, according to the Guide to the Cost-Benefit Analysis of the European Commission (2014), we can define "critical" those variables for which a variation of $\pm 1\%$ of the estimated value gives rise to a variation of more than $\pm 1\%$ of the NPV. Therefore,

the calculations lead to identify which variables sensitive project:

- 1) the investment cost C_i ;
- 2) the percentage number of paying the cultural and gastronomic events;
- 3) the number of interested to the five planned excursions;
- 4) the percentage number of interested in holiday packages.

5.3 Risk Analysis

To assess the risk of investment failure, the probability distributions of the risky variables must first be defined; then, predict how the probability distribution of the profitability indicator changes, following the simultaneous variation of the sensitive variables of the system.

In fact, from the cumulative distribution function of the indicator is possible to assess the risk of the project, by checking whether the cumulative probability for a given value of NPV or IRR is higher or lower than a reference value considered critical. The risk analysis is conducted through the Montecarlo simulation.

Market surveys and assessments of tourism experts allow assigning to:

- the “construction cost” a triangular probability distribution, with € 299 351 most probable value and with variations of $\pm 10\%$;
- the critical variables 2, 3 and 4 of Table 2 a triangular probability distribution, with variations of $\pm 15\%$.

Table 2 summarizes the minimum, maximum, and most probable values for the studied distributions.

Table 2 - Hypothesis on the probability distribution of the critical variables

Critical variable	Most probable value	Min	Max
1. Investment costs [€]	299.351	272.137	329.286
2. Paying cultural and gastronomic events [%]	76	65	87
3.1 Hikers package 1 [n.]	40	34	46
3.2. Hikers package 2 [n.]	50	42	57
3.3. Hikers package 3 [n.]	50	42	57
3.4. Hikers package 4 [n.]	45	38	51
3.5. Hikers package 5 [n.]	100	85	115
4. Interested in holiday packages [%]	43.85	37.27	50.43

The results of the risk analysis are in numerical values of Table 3. It is clear that the probability distribution has minimum and maximum values equal to 3.58% and 6.99% respectively. It can be deduced that: the probability distribution has minimum and maximum values of -3.58% and 6.99% respectively; the mean value (also called expected value) of the random variable IRR is 2.79% ; the values of variance and standard deviation are contained, so the dispersion of the values of the distribution from the mean is low; negligible mean standard error shows the accuracy of the simulation results and that the number of tests conducted (equal to 10,000) guaranteed an acceptable level of error.

Table 3 - Forecast values and statistical indices of the IRR

Number of tests	10,000
Base case	3.01%
Mean	2.79%
Median	2.97%
Standard deviation	1.78%
Variance	0.03%
Kurtosis	2.93
Coeff. of variation	0.64
Min	-3.58%
Max	6.99%
Mean standard error	0.02%

5.4 Risk assessment

The purpose of this step is to express an opinion on the acceptability of the investment risk based on objective criteria and established in the literature. This can be done by introducing the two limit thresholds of investment risk borrowed from ALARP logic:

- 1) the acceptability threshold, understood as the risk of bankruptcy that the investor is willing to “accept broadly”;
- 2) the tolerability threshold, which represents the risk of failure that the economic operator tolerates only because any other mitigation action would have disproportionate costs with respect to the benefits obtainable.

The values of the two thresholds of acceptability and tolerability depend on many parameters. Among others: the investment sector, the socio-economic characteristics of the area in which the project is located, the risk appetite of the investor. The case study, a public intervention for the tourist exploitation of a small town, generates most

relevant social and cultural impact than the financial revenues of the planned activities. Therefore, this is an initiative that must be economically sustainable but that does not necessarily produce high profit margins, it is considered coherent to adopt the following limits:

- threshold of tolerability with probability not less than 50% to have a IRR \geq 3%;
- threshold of acceptability with probability not less than 50% to have a IRR \geq 5%.

Depending on these values, the project for the development of the Aterrana village has unacceptable risk of failure. In fact, as shown in Figure 4, the probability that the IRR is greater than 3% is of 49.25%.

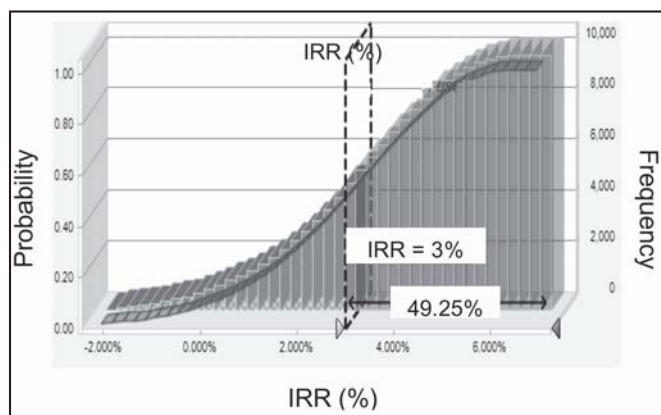


Figure 4 - Risk assessment before mitigation.

Table 4 - Post-mitigation intervention values of the critical variables

Critical variable	Most probable value	Min	Max
1. Investment costs [€]	318,351	289,410	350,186
2. Paying cultural and gastronomic events [%]	80	68	92
3.1. Hikers package 1 [n.]	60	51	69
3.2. Hikers package 2 [n.]	70	59	80
3.3. Hikers package 3 [n.]	90	76	103
3.4. Hikers package 4 [n.]	65	55	74
3.5. Hikers package5 [n.]	140	119	161
4. Interested in holiday packages [%]	45.00	38.25	51.75

5.5 Definition of interventions for risk mitigation

Given the unacceptability of the project risk, it appears necessary to define mitigation measures capable of increasing the probability of success of the initiative. Specifically, we plan interventions concerning:

- 1) promotion and advertising;
- 2) complementary services (mountain bike sharing, cycling and horse riding).

These operations are higher operating costs, but also increases the flow of visitors, hikers and interested in vacation packages. Table 4 returns the minimum, maximum, and most probable values for the probability distributions of the post mitigation critical variables.

5.6 Residual risk assessment

In this step the residual risk must be assessed, i.e. the one that remains despite the actions taken to mitigate it. Therefore, it is estimated the probability distribution of the IRR that follows both from the increase in investment, management and promotion costs of the new planned activities, and from the higher revenues deriving from the expansion of the tourism offer. This is to prove whether the risk after mitigation interventions falls at least in the ALARP area, or if it is necessary to check if the hypothesized intervention strategies have costs disproportionate to the achievable benefits.

For critical variables, the same probability distributions already assigned in the analysis in paragraph 5.3 apply.

Table 5 shows the results of the risk analysis after mitigation interventions. Specifically, it is inferred, first of all, that the probability distribution of the IRR has minimum and maximum values of 0.24% and 8.42% respectively. In addition, the mean (or expected) value of the distribution is 5.13%, while the IRR in the base case is 6.13%, which cor-

Table 5 - Statistical indices of the IRR post mitigation

Number tests	10.000
Base case	3,02%
Average	2,79%
Median	2,97%
Standard deviation	1,78%
Variance	0,03%
Curtosys	2,93
Variation coeff.	0,64
Min	-3,58%
Max	6,99%
Average standard error	0,02%

responds to the value of the performance indicator estimated in deterministic terms. The comparison of the coefficients of variation of the probability distributions of the pre and post-mitigation interventions shows that in the second case the variation of the forecast values is more contained than the mean value.

Figure 5 shows that the risk of failure post mitigation intervention is "broadly acceptable" as the probability of reaching a TIR $\geq 5\%$ is 65.36%.

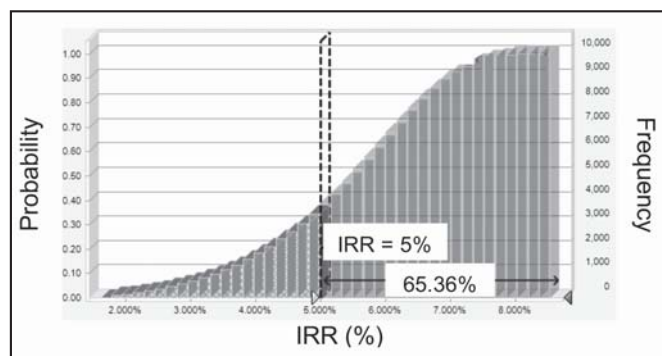


Figure 5 - Risk assessment post mitigation intervention.

6. CONCLUSIONS

In order to avoid the processes of isolation and depopulation that increasingly affect small towns, the planning of sustainable intervention strategies aimed at the economic, environmental and cultural valorisation of such fragile territories cannot be postponed.

The complexity inherent in such strategies must lead the decision-makers to consider in the evaluations all the components of risk, financial and non-financial (Aven 2016b; 2018; Steen, 2015; Fiore et al., 2016). Nevertheless, the reference literature and regulatory guidelines have the limitation of not suggesting any criteria of the investment risk acceptability before and after mitigation. Limit that can be overcome with the proposed model, able to integrate in the CBA schemes the acceptability thresholds and risk tolerance as defined by the logic "As Low As Reasonably Practicable" (ALARP).

Widely validated in the management of the safety risk in industrial environments or if it is necessary to estimate the risk of loss of life, the logic ALARP can be applied in the evaluation of investments whose main objective is the triangular balance between risks, costs to reduce it and potential benefits to be obtained.

The valuation model is applied to the project for tourist valorisation of the ancient village of Aterrana, preserving the authentic character of the past civilization. The analyses and the elaborations allow at first an immediate reading of the high level of risk of the investment, therefore, the redefinition of the planning schemes and the forms of management. This through promotional actions and initiatives in complementary services. It follows the containment of the risk of failure of the project, which from "unacceptable" becomes "broadly acceptable".

The case study shows that the valuation model can be useful to improve the information panel available to investors, who can more consciously decide on the practical implementation of the initiative.

* Antonio Nesticò, University of Salerno, Department of Civil Engineering
e-mail: anesticò@unisa.it

** Maria Macchiaroli, University of Salerno, Department of Civil Engineering
e-mail: mmacchiaroli@unisa.it

*** Gabriella Maselli, University of Salerno, Department of Civil Engineering
e-mail: gmaselli@unisa.it

Authors contributed

The present work is to be attributed in equal parts to the three authors.

Bibliography

ALE B.J.M, *Tolerable or acceptable, a comparison of risk regulation in the UK and in the Netherlands*, Risk Analysis, Vol. 25, No. 2, 2005, pp. 231-241.

ALE B.J.M., HARTFORD D.N.D., SLATER D., *ALARP and CBA all in the same game*, Safety Science, n. 76, 2015, pp. 90-100.

ANTONIUCCI V., MARELLA G., *Small town resilience: Housing market crisis and urban density in Italy*, Land Use Policy, n. 59, 2016, pp. 580-588.

AVEN T., *Risk analysis* (2nd ed), Wiley, Chichester, 2016a.

AVEN T., *Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation*. European Journal of Operational Research, Vol. 253, No.1, 2016b, pp. 1-13.

- AVEN T., *An Emerging New Risk Analysis Science: Foundations and Implications*. Risk Analysis, Vol. 34, No. 5, 2018, pp. 876-888, doi: <https://doi.org/10.1111/risa.12899>.
- AVEN T., ABRAHAMSEN E.B., *On the use of cost-benefit analysis in ALARP processes*, International Journal of Performance Engineering, Vol. 3, No. 3, 2007, pp. 345-353.
- AVEN T., RENN O., *The Role of Quantitative Risk Assessments for Characterizing Risk and Uncertainty and Delineating Appropriate Risk Management Options, with Special Emphasis on Terrorism Risk*. Risk Analysis Vol. 29, No. 4, 2009, pp. 587-600, doi: 10.1111/j.1539-6924.2008.01175.x.
- DE MARE G., NESTICÒ A., BENINTENDI R., MASELLI G., *ALARP approach for risk assessment of civil engineering projects*, in Computational Science and Its Applications - ICCSA 2018. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-95174-46.
- EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL FOR REGIONAL AND URBAN POLICY, *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*, European Commission, Brussels, Belgium, 2014.
- FIORE P., NESTICÒ A., MACCHIAROLI M., *La riqualificazione energetica degli edifici monumentali. Un protocollo di intervento e caso studio*, Valori e Valutazioni n. 16, 2016, pp. 45-55, ISSN:2036-2404.
- FRANCINI M., COLUCCI M., PALERMO A., VIAPIANA M.F., *I centri storici minori. Strategie di rigenerazione funzionale*, FrancoAngeli, Milano, 2012.
- FRENCH S., BEDFORD T., ATHERTON E., *Supporting ALARP decision making by cost benefit analysis and multi-attribute utility theory*, Journal of Risk Research, Vol. 8, n. 3, 2007, pp. 207-223.
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE), *Reducing Risks, Protecting People: HSE's Decision-Making*, HSE Books, London, UK, 2001.
- JONES-LEE M., AVEN T., *ALARP - What does it really mean?*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 96, No. 8, 2011, pp. 877-882.
- MAIETTI, F., *Centri Storici Minori - Progetti di recupero e restauro del tessuto urbano fra identità culturale e salvaguardia*, Maggioli Editore, Rimini, 2008.
- MELCHERS R., *On the ALARP approach to risk management*, Reliability Engineering and System Safety, Vol. 71, No. 2, 2001, pp. 201-208.
- NESTICÒ A., *Risk-Analysis Techniques for the Economic Evaluation of Investment Projects*, in Mondini, G., Fattinanzi, E., Oppio, A., Bottero, M., Stanghellini, S. (a cura di), *Integrated Evaluation for the Management of Contemporary Cities*. SIEV 2016. Green Energy and Technology, Springer, Cham, Switzerland, 2018.
- NESTICÒ A., HE S., DE MARE G., BENINTENDI R., MASELLI G., *The ALARP Principle in the Cost-Benefit Analysis for the Acceptability of Investment Risk*, Sustainability, Vol. 10, No. 12, 2018a, doi: 10.3390/su10124668.
- NESTICÒ A., DE MARE G., MASELLI G., *A Risk Assessment Approach for Water-Energy Systems*, in *Frontiers in Water-Energy-Nexus - Solutions, Advanced Technologies and Best Practices for Environmental Sustainability*, Springer Nature, Heidelberg, 2018b.
- NESTICÒ A., MASELLI G., *Sustainability indicators for the economic evaluation of tourism investments on islands*, Journal of Cleaner Production, Vol. 248, No. 119217, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119217.
- NESTICÒ A., MOFFA R., *Analisi economiche e strumenti di Ricerca Operativa per la stima dei livelli di produttività nell'edilizia off-site*, Valori e Valutazioni, n. 20, 2018, pp. 107-126, ISSN: 2036-2404.
- REDMILL F., *ALARP Explored*: School of Computing Science, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, UK, 2010.
- STEEN R., *A risk assessment approach to support the launching of new products, services or processes*, International Journal of Business Continuity and Risk Management, Vol.6, No.1, 2015, pp 17-35.

Un approccio innovativo per la valutazione del rischio nei progetti di valorizzazione dei centri minori

Antonio Nesticò*, Maria Macchiaroli**, Gabriella Maselli***

parole chiave: centri minori, analisi costi-benefici, valutazione del rischio, As Low As Reasonably Practicable (ALARP)

Abstract

A caratterizzare il territorio italiano è una rete di comuni di ridotte dimensioni e dall'economia debole, eppure connotati da forti valenze naturalistiche e paesaggistiche. Si tratta di centri urbani dai caratteri spesso unici che meritano di essere preservati dalle drammatiche conseguenze dell'ormai diffuso fenomeno dello spopolamento. Contrastare tali dinamiche impone la pianificazione di strategie di intervento economicamente sostenibili.

Con questa ricerca s'intende proporre un modello innovativo di valutazione economica in grado di supportare il decisore nell'analisi del rischio correlato ai progetti per la valorizzazione dei centri minori.

L'idea è di introdurre nei tradizionali processi valutativi soglie di accettabilità e di tollerabilità dell'alea così come definite dalla logica As Low As Reasonably Practicable (ALARP). Ampiamente consolidata per la valutazione del safety risk, tale principio può trovare applicazione anche nell'analisi degli investimenti in esame, laddove occorra operare un bilanciamento triangolare tra rischi, costi di mitigazione e benefici perseguibili.

Il caso studio dimostra l'efficacia del modello. Rilevano in particolare i vantaggi per l'operatore pubblico, il quale consapevolmente può esprimere un giudizio sulla rischiosità delle iniziative da finanziare.

1. INTRODUZIONE

Da alcuni decenni il variare delle condizioni economiche e delle esigenze della società contemporanea ha ingenerato processi di sviluppo e di densificazione delle grandi città, non solo in Italia, con effetti spesso marcati sui centri minori in termini di abbandono e di desertificazione (Antonucci e Marella, 2016). Tali dinamiche hanno fortemente segnato territori di cui i piccoli insediamenti costituiscono vera e propria "armatura strutturale" (Maietti, 2008; Francini et al., 2012).

Le azioni sin qui messe in campo al fine di valorizzare i centri minori quasi mai hanno prodotto gli effetti sperati,

sostanzialmente perché prive di uno schema programmatico di riferimento, indispensabile per affrontare questioni di certo connotate da elevati profili di complessità.

Com'è ovvio, a tali complessità corrispondono molteplici componenti di rischio, di rado valutate nelle analisi di progetto (Aven e Renn, 2009). Si tratta del:

- a) *rischio finanziario*, ovvero rischio di fallimento dell'investitore, dovuto alla difficoltà di esprimere con certezza giudizi di previsione sulle variabili critiche, fra le altre gli ingenti costi necessari per intervenire sul patrimonio immobiliare;
- b) *rischio ambientale*, dato dalla possibilità che talune ini-

ziative possano incidere negativamente sui valori ambientali;

c) *rischio socio-culturale* di compromettere le più antiche tracce di cultura materiale e immateriale.

Ne deriva che la valutazione *ex ante* della rischiosità di interventi per la valorizzazione dei piccoli centri urbanizzati è parte essenziale del *decision-making*. Ciononostante, il panorama legislativo sia nazionale che europeo non fornisce alcun criterio oggettivo utile a valutare i livelli di accettabilità dell'alea del progetto civile (De Mare et al., 2018; Nesticò e Moffa, 2018, Nesticò e Maselli, 2019). Al fine di superare tale gap normativo, scopo del lavoro è caratterizzare un modello di *risk assessment* per la valutazione economica degli investimenti in esame. L'idea è integrare la logica *As Low As Reasonably Practicable* (ALARP) negli schemi procedurali dell'Analisi Costi-Benefici (ACB). Il principio ALARP dell'*Health and Safety Executive* (HSE), utilizzato ogni qualvolta occorra stimare il rischio di perdita di vita umana, permette di stabilire l'accettabilità e la tollerabilità dell'alea in termini di sproporzione dei costi per la sua mitigazione rispetto ai benefici perseguibili in termini di contenimento della rischiosità (HSE, 2001; Nesticò et al., 2018a; Aven e Abrahamsen, 2007; French et al., 2007; Ale et al., 2015; Nesticò et al., 2018a).

Il paper è strutturato come segue. Il paragrafo 2 espone le principali criticità delle tecniche di *risk analysis* generalmente adoperate nella prassi. Al paragrafo 3 il focus è sulla logica ALARP e su come essa possa integrarsi nei tradizionali protocolli di analisi. La caratterizzazione del modello economico utile a valutare il rischio di investimento è al paragrafo 4. Nel successivo, il protocollo proposto è validato con riferimento al progetto per la valorizzazione a fini turistici dell'antico borgo di Aterrana, in provincia di Avellino. I risultati della ricerca, nonché le rilevanti implicazioni di Politica economica, sono all'ultimo paragrafo.

2. RICHIAMI SULL'ANALISI DEL RISCHIO D'INVESTIMENTO

Tra gli approcci utili alla valutazione del rischio d'investimento rientrano:

- approcci statistici quali la media-varianza, in cui una distribuzione di probabilità è associata ai flussi di cassa e si esprime un giudizio di convenienza economica sulla base del valore assunto dagli indici di dispersione (rendimento atteso e deviazione standard);
- metodi di adeguamento del Valore Attuale Netto (VAN). In tal caso, si può includere l'aliquota di rischio trasformando i Cash Flow (CF) rischiosi in flussi equivalenti certi di minore entità; oppure, in accordo con le formulazioni del Consumption-based Capital Asset Pricing Model - CCAPM, incrementando il valore del tasso di sconto con un'aliquota che esprime il premio per il rischio (Nesticò, 2018; De Mare et al., 2018);

- strumenti probabilistici, quali la tecnica di simulazione Monte Carlo. Occorre dapprima identificare le variabili sensibili del sistema ovvero quelle che influenzano significativamente il valore finale dell'indicatore di redditività; quindi definire le relative distribuzioni di probabilità; infine, si passa dalla descrizione stocastica dei parametri rischiosi alla stima della funzione di distribuzione cumulativa dell'indicatore di performance, che fornisce importanti indicazioni sulla rischiosità del progetto.

Si tratta di approcci probabilistici a supporto dell'Analisi Costi-Benefici (ACB), tecnica che consente di esprimere un giudizio sulla convenienza economica dell'investimento. L'ACB consiste in sintesi: nella previsione dei costi e dei benefici che l'investimento è in grado di generare nel periodo d'analisi; nella successiva attualizzazione dei CF; quindi, nella stima degli indicatori sintetici di redditività, segnatamente il Valore Attuale Netto (VAN), il Tasso Interno di Rendimento (TIR), il rapporto Benefici/Costi, il Payback Period. Quando le variabili sensibili – cioè quelle che influenzano sensibilmente il risultato della valutazione – sono incerte, allora è possibile descriverle come variabili aleatorie. In tal caso anche i flussi di cassa e gli indici di redditività dell'iniziativa sono resi in termini probabilistici.

Due sono le principali criticità degli approcci valutativi in elenco. La prima è che l'ACB impone di trasformare in termini monetari tutti i Cash Flow che l'intervento genera, il che costituisce il maggior limite della tecnica nei casi in cui occorra valutare esternalità ambientali e sociali. La seconda criticità riguarda l'assenza di criteri oggettivi per stabilire se il rischio di investimento ed il rischio residuo, ossia quello che permane nonostante gli interventi di mitigazione prospettati, risultino accettabili per l'investitore ovvero per la collettività.

Dette criticità possono essere superate ricorrendo al principio ALARP.

3. IL PRINCIPIO ALARP PER IL RISK ASSESSMENT

Già esposto nei regolamenti dell'*Health and Safety Executive* (HSE), il principio *As Low As Reasonably Practicable* (ALARP) è attualmente adoperato nei settori ad alto rischio ogni qual volta occorra stimare il rischio di perdita di vita umana. Secondo tale principio, è necessario ridurre il rischio a livelli tanto bassi quanto ragionevolmente praticabili. Un intervento può definirsi "praticabile" purché ne sia dimostrata la sua fattibilità tecnica. Invece, una qualsiasi azione di riduzione del rischio è ALARP se "ragionevolmente" fattibile e sostenibile in senso ampio ovvero è tollerabile se ulteriori interventi di mitigazione hanno costi sproporzionati rispetto ai benefici perseguibili (Ale, 2005; Melchers, 2001; French et al., 2007; Jones-Lee e Aven, 2011; Nesticò et al., 2018a; Nesticò et al., 2018b).

Il principio ALARP è descritto nelle Figure 1 e 2. La prima rende il modello "a carota" definito dall'HSE (2001), in cui sono individuate tre regioni di rischio:

- 1) quella in basso, in cui la rischiosità è "ampiamente accettabile" senza richiedere alcuna riduzione;
- 2) quella centrale, che è la "regione tollerabile" o ALARP, dove il rischio è tollerabile solo se è impossibile ridurlo ulteriormente o se i costi per mitigarlo sono sproporzionati;
- 3) quella superiore, "regione inaccettabile", in cui il rischio deve essere necessariamente mitigato, rendendolo quanto meno ALARP.

Il passaggio da una regione ad un'altra avviene per mezzo di soglie: quella più in basso "di ampia accettabilità", fino alla quale il rischio non necessita di essere ridotto; quella superiore "di tollerabilità", che separa la zona di rischio ALARP dalla regione di inaccettabilità. Per ciò che concerne gli estremi del diagramma, dati dal vertice e dalla base del triangolo rovesciato in Figura 1, il primo rappresenta un rischio trascurabile piuttosto che nullo; mentre il secondo non definisce un rischio catastrofe, ma più in generale un limite non tollerabile.

La Figura 2 mostra il contenimento del rischio all'aumentare dei costi di mitigazione. Quando i rischi sono molto elevati, un costo anche contenuto consente generalmente una sensibile riduzione del rischio. Al contrario, i costi aumentano in maniera esponenziale quando il rischio viene ridotto oltre un certo livello.

Inoltre, riprendendo ancora la Figura 2, il rischio è tanto basso quanto ragionevolmente praticabile (ALARP), ovvero è tollerabile, quando qualsiasi ulteriore intervento di mitigazione ha un costo sproporzionato rispetto ai benefici perseguibili. Da rilevare che lo schema grafico dà anche indicazione qualitativa della contrazione del pericolo residuo d'investimento al progressivo diminuire del livello di rischio. Laddove il pericolo residuo esprime proprietà intrinseca avente il potenziale di causare danni."

Vero è che il principio ALARP nasce per risolvere problematiche legate alla salute e alla sicurezza. Nondimeno, esso manifesta "un modo generale di pensare", applicabile ogni qualvolta l'obiettivo primario è il bilanciamento

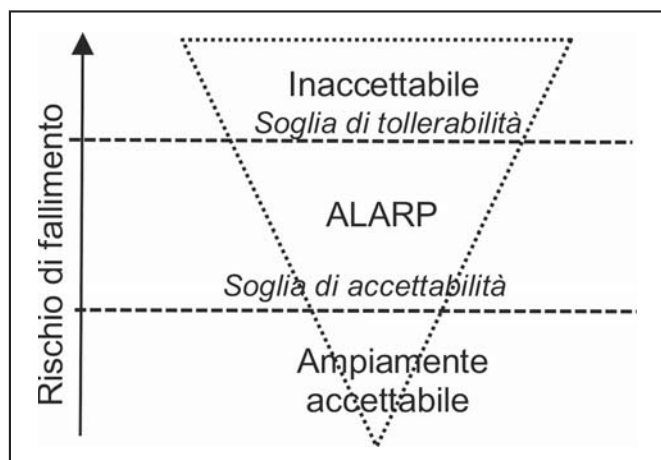


Figura 1 - Il Principio ALARP e regioni di rischio.

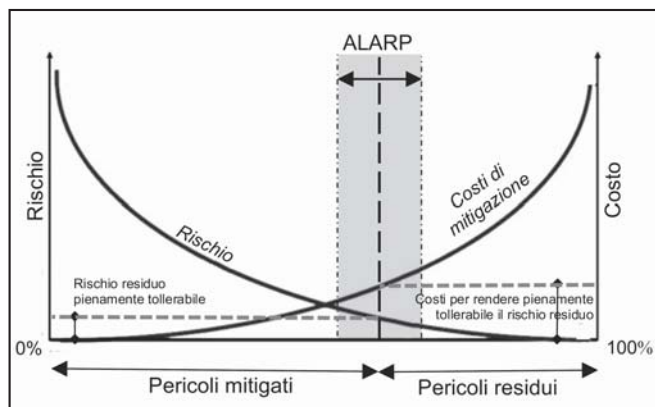


Figura 2 - Relazione rischio-costi di mitigazione.

triangolare tra rischi, costi per ridurli e potenziali benefici conseguibili (Redmill, 2010).

Ciò che s'intende mostrare con questa ricerca è che l'implementazione del principio ALARP negli schemi ACB permette di definire un modello di valutazione del rischio di investimento fondato su criteri condivisi e dati oggettivi.

4. IL PRINCIPIO ALARP NEGLI SCHEMI ACB PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INVESTIMENTO. UN MODELLO INNOVATIVO

L'introduzione delle soglie di tollerabilità e di accettabilità come definite in ambito ALARP diviene principale novità nonché elemento caratterizzante di un protocollo di analisi utile al valutatore per pianificare strategie di contenimento del rischio di progetto che abbiano costi non sproporzionati rispetto ai benefici ottenibili.

Il protocollo, che ripercorre le fasi logico-operative del processo di *risk management*, si sostanzia nei seguenti sei step:

- 1) *definizione degli obiettivi dell'attività di risk management*. Occorre evitare il fallimento dell'intervento e quindi stabilire azioni in grado di produrre valori positivi degli indicatori di redditività del progetto;
- 2) *individuazione delle variabili rischiose del progetto*. Si sostanzia nella ricerca delle variabili sensibili del sistema, ossia quelle che influenzano in maniera significativa il successo/insuccesso del progetto;
- 3) *analisi del rischio*. Si traduce dapprima nella descrizione stocastica delle variabili rischiose, quindi, nella successiva stima della distribuzione di probabilità degli indicatori di redditività dell'investimento;
- 4) *valutazione del rischio*. Si ha confrontando il rischio di fallimento R_1 del progetto, che si legge dalla distribuzione di frequenza cumulativa dell'output, e le soglie di accettabilità (S_a) e di tollerabilità (S_t). Pertanto:
 - se $R_1 > S_t$, il rischio R_1 è ancora intollerabile;
 - se $S_a < R_1 < S_t$, il rischio R_1 è ALARP, vale a dire è tollerabile solo se i costi di eventuali opzioni di mitiga-

zione risultano sproporzionati rispetto ai benefici conseguibili;

- se $R_1 < S_a$, allora il rischio R_1 è ampiamente accettabile;
- 5) *definizione degli interventi per la mitigazione del rischio* e stima delle nuove distribuzioni di probabilità degli indicatori di *performance*;
 - 6) *valutazione del rischio residuo*. Ha il fine di esprimere un giudizio sull'accettabilità del rischio che permane nonostante le misure di mitigazione intraprese. Tenendo conto dei costi C_m di mitigazione e del rischio R_2 di fallimento successivo all'intervento di mitigazione, allora si ripercorrono le considerazioni dello step 4. Ne consegue che il rischio R_2 è ancora intollerabile se al di sopra della soglia di tollerabilità; è ALARP ovvero tollerabile purché si dimostri che qualsiasi azione di mitigazione abbia costi sproporzionati rispetto ai benefici perseguibili; è ampiamente accettabile se al di sotto della soglia di accettabilità.

La Figura 3 esemplifica le sei fasi del modello, di seguito applicato alla valutazione di un progetto per la valorizzazione turistica dell'antico borgo di Aterrana, in provincia di Avellino.

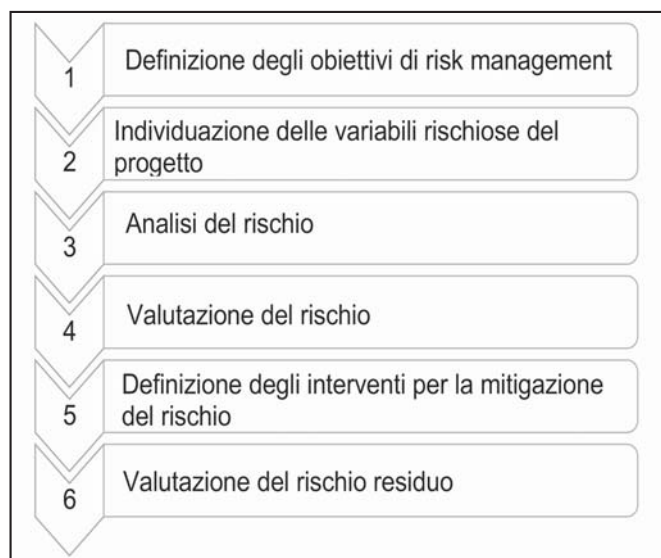


Figura 3 - Le fasi del modello di analisi.

5. CASO STUDIO. UN PROGETTO PER IL RILANCIO DELL'ANTICO BORGO DI ATERRANA

Oggetto dell'analisi è il piccolo borgo di Aterrana, frazione del Comune di Montoro (AV). Inglobato nel sistema naturalistico del Parco Regionale dei Monti Picentini, Aterrana ha un assetto urbanistico sostanzialmente medievale e conserva tutt'oggi i caratteri autentici della civiltà passata. Con il proposito di contrastare il fenomeno dello

spopolamento in corso, gli interventi che si propongono mirano a valorizzare il territorio tentando di preservarne la matrice culturale materiale ed immateriale.

Il progetto mira principalmente a: realizzare un museo *en plein air* al fine di valorizzare l'architettura locale ed accrescere il grado di consapevolezza degli abitanti sul valore del patrimonio storico-artistico del borgo; promuovere manifestazioni ed eventi per rievocare le antiche tradizioni culturali nonché per far conoscere le tipicità enogastronomiche del territorio; incrementare l'offerta turistica, attraverso azioni strategiche che vanno dall'organizzazione di pacchetti vacanza ed escursioni tra i molteplici percorsi naturalistici del borgo, alla realizzazione di itinerari tematici virtuali.

Di seguito, le sei fasi del protocollo valutativo sintetizzate in Figura 3, sono applicate con lo scopo di valutare la rischiose e, quindi, la convenienza economica dell'iniziativa d'investimento.

5.1 Definizione degli obiettivi dell'attività di risk management

Valutare la sostenibilità finanziaria dell'intervento, attraverso l'implementazione dell'Analisi Costi-Ricavi e la stima degli indicatori di *performance*, è essenziale per esprimere un giudizio sull'accettabilità del rischio d'investimento.

Per la realizzazione dell'intervento e per la gestione del borgo si ipotizza la costituzione di una società mista pubblico-privata. Non si prevedono fonti esterne di finanziamento.

In Tabella 1 si sintetizzano i valori dei principali parametri dell'analisi.

Tabella 1 - Parametri per l'analisi finanziaria

Anno di riferimento della valutazione	2019
Periodo di analisi	25 anni
Fase di cantiere	1 anno
Sistema dei prezzi	Correnti al 2019, assunti costanti negli anni della valutazione
Saggio di sconto	3%

I costi d'investimento ammontano a € 299.351 e attengono alla realizzazione degli itinerari tematici virtuali, dell'ecomuseo *en plein air*, della segnaletica turistica, dei supporti informatici e multimediali, nonché all'organizzazione dell'evento "le vie del Legno" e alla relativa campagna promozionale. I costi di esercizio includono le spese per l'organizzazione di eventi culturali ed eno-gastronomici, escursioni naturalistiche, pacchetti vacanza. Queste attività generano i ricavi del progetto.

Il Valore Attuale Netto (VAN) e il Tasso Interno di Rendimento (TIR) dimostrano che l'iniziativa progettuale come

prospettata non è finanziariamente sostenibile. Difatti, il VAN è pressoché nullo e il TIR del 3,01% è all'incirca coincidente con il valore del saggio di sconto.

5.2 Individuazione delle variabili rischiose del progetto

L'analisi di sensibilità permette di individuare le variabili rischiose dell'investimento, ossia quelle che incidono maggiormente sull'indice finale di redditività. Difatti, secondo la Guida all'Analisi Costi-Benefici della Commissione Europea (2014), si definiscono "critiche" quelle variabili per le quali una variazione di $\pm 1\%$ del valore stimato dà luogo ad una variazione di oltre $\pm 1\%$ del VAN. Le elaborazioni condotte portano ad individuare quali variabili sensibili del progetto:

- 1) il costo di investimento C_i ;
- 2) il numero percentuale di paganti interessati agli eventi culturali ed eno-gastronomici;
- 3) il numero degli interessati alle cinque escursioni naturalistiche previste;
- 4) il numero percentuale di interessati ai pacchetti vacanza.

5.3 Analisi del rischio

Per valutare il rischio di fallimento dell'investimento occorre dapprima definire le distribuzioni di probabilità delle variabili rischiose; quindi, prevedere come cambia la distribuzione di probabilità dell'indicatore di redditività a seguito della contemporanea variazione delle variabili sensibili del sistema.

Difatti, dalla funzione di distribuzione cumulativa dell'indicatore è possibile valutare il rischio di progetto, verificando se la probabilità cumulativa per un determinato valore di VAN o TIR sia superiore o inferiore ad un valore di riferimento considerato critico.

L'analisi del rischio è condotta attraverso la simulazione Montecarlo.

Indagini di mercato e valutazioni di esperti del settore turistico consentono di assegnare:

- al "costo di costruzione" una distribuzione di probabilità triangolare, con 299.351 valore più probabile e con variazioni di $\pm 10\%$;
- alle variabili critiche 2, 3 e 4 di Tabella 2 una distribuzione di probabilità pure triangolare, con variazioni pari a $\pm 15\%$.

La Tabella 2 sintetizza i valori minimo, massimo e più probabile per le distribuzioni studiate.

I risultati dell'analisi del rischio sono nei valori numerici di Tabella 3. Si desume che la distribuzione di probabilità ha valori minimo e massimo rispettivamente pari a $-3,58\%$ e $6,99\%$. Si desume che: la distribuzione di probabilità ha valori minimo e massimo rispettivamente pari a $-3,58\%$ e $6,99\%$; il valore medio (detto anche valore atteso) della va-

Tabella 2 - Ipotesi sulla distribuzione di probabilità delle variabili critiche

Variabile critica	Valore più probabile	Min	Max
1. Costi di investimento [€]	299.351	272.137	329.286
2. Paganti eventi culturali ed eno-gastronomici [%]	76	65	87
3.1 Escursionisti pacchetto 1 [n.]	40	34	46
3.2. Escursionisti pacchetto 2 [n.]	50	42	57
3.3. Escursionisti pacchetto 3 [n.]	50	42	57
3.4. Escursionisti pacchetto 4 [n.]	45	38	51
3.5. Escursionisti pacchetto 5 [n.]	100	85	115
4. Interessati ai pacchetti vacanza [%]	43,85	37,27	50,43

Tabella 3 - Valori di previsione ed indici statistici del TIR

Numero prove	10.000
Caso base	3,01%
Media	2,79%
Mediana	2,97%
Deviazione standard	1,78%
Varianza	0,03%
Curtosi	2,93
Coeff. di variazione	0,64
Minimo	-3,58%
Massimo	6,99%
Errore standard medio	0,02%

riabile aleatoria TIR è 2,79%; i valori della varianza e della deviazione standard sono contenuti, per cui la dispersione dei valori della distribuzione dalla media è bassa; l'errore standard medio trascurabile mostra l'accuratezza dei risultati della simulazione.

5.4 Valutazione del rischio

Il fine di tale step è esprimere un giudizio sull'accettabilità del rischio di investimento sulla base di criteri oggettivi e consolidati in letteratura. Ciò può farsi introducendo le due soglie limite di rischio d'investimento mutuata dalla logica ALARP:

- 1) la *soglia di accettabilità*, intesa come il rischio di fallimento che investitore è disposto ad "accettare ampiamente";

2) la *soglia di tollerabilità*, che rappresenta il rischio di fallimento che l'operatore economico tollera solo perché qualsiasi altra azione di mitigazione avrebbe costi sproporzionati in relazione ai benefici ottenibili.

Molteplici sono i parametri da cui dipendono i valori delle due soglie di accettabilità e di tollerabilità. Tra gli altri: il settore di investimento, le caratteristiche socio-economiche dell'area in cui il progetto si colloca, la propensione al rischio del soggetto investitore. Il caso studio, un intervento pubblico per la valorizzazione turistica di un centro minore, genera sul territorio ricadute sociali e culturali più rilevanti rispetto ai ricavi finanziari delle attività pianificate. Pertanto, trattandosi di una iniziativa che deve essere sì economicamente sostenibile ma che non deve necessariamente produrre alti margini di guadagno, si ritiene coerente assumere i seguenti valori limite:

- soglia di tollerabilità con probabilità non inferiore al 50% di avere un TIR $\geq 3\%$;
- soglia di accettabilità con probabilità non inferiore al 50% di avere un TIR $\geq 5\%$.

In funzione di tali valori, il progetto per la valorizzazione del borgo di Aterrana ha rischio di fallimento inaccettabile. Difatti, come mostra la Figura 4, è del 49,25% la probabilità che il TIR sia superiore al 3%.

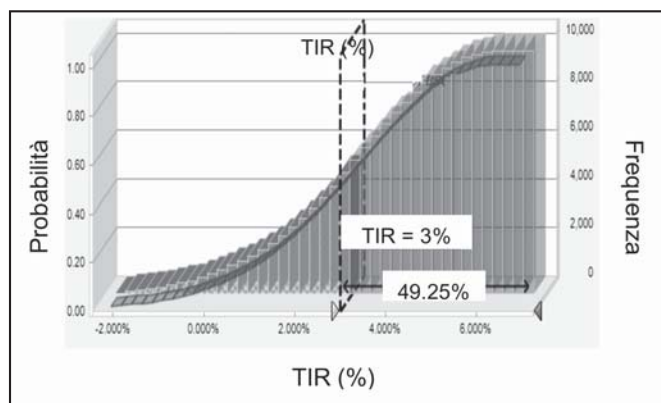


Figura 4 - Valutazione del rischio prima degli interventi di mitigazione.

5.5 Definizione degli interventi per la mitigazione del rischio

Data l'inaccettabilità del rischio di progetto, appare necessario definire interventi di mitigazione in grado di incrementare la probabilità di successo dell'iniziativa. Nello specifico, si pianificano interventi che riguardano:

- 1) promozione e pubblicità;
- 2) servizi complementari (mountain-bike sharing, escursioni in bici e a cavallo).

A tali interventi corrispondono maggiori costi di gestione, ma anche incrementi nei flussi di visitatori, di escursionisti e di interessati ai pacchetti vacanza.

La Tabella 4 restituisce i valori minimo, massimo e più probabile per le distribuzioni di probabilità delle variabili critiche *post* interventi di mitigazione.

Tabella 4 - Valori delle variabili critiche *post*-interventi di mitigazione

Variabile critica	Valore più probabile	Min	Max
1. Costi di investimento [€]	318.351	289.410	350.186
2. Paganti eventi culturali ed eno-gastronomici [%]	80	68	92
3.1. Escursionisti pacchetto 1 [n.]	60	51	69
3.2. Escursionisti pacchetto 2 [n.]	70	59	80
3.3. Escursionisti pacchetto 3 [n.]	90	76	103
3.4. Escursionisti pacchetto 4 [n.]	65	55	74
3.5. Escursionisti pacchetto 5 [n.]	140	119	161
4. Interessati ai pacchetti vacanza [%]	45,00	38,25	51,75

5.6 Valutazione del rischio residuo

È in tale step che occorre valutare il rischio residuo, ossia quello che permane nonostante le azioni intraprese per la sua mitigazione. In altri termini, si stima la distribuzione di probabilità del TIR, cioè quella che consegue sia dall'incremento dei costi di investimento, di gestione e di promozione delle nuove attività pianificate, che dai maggiori ricavi derivanti dall'ampliamento dell'offerta turistica. Ciò al fine di provare se il rischio *post* interventi di mitigazione ricade almeno in zona ALARP ovvero occorre verificare se le strategie d'intervento ipotizzate hanno costi sproporzionati rispetto ai benefici perseguibili.

Per le variabili critiche valgono le stesse distribuzioni di probabilità già assegnate nell'analisi al paragrafo 5.3.

La Tabella 5 mostra i risultati dell'analisi del rischio *post* interventi di mitigazione. Si desume che la distribuzione di probabilità del TIR ha valori minimo e massimo rispettivamente pari a 0,24% e 8,42%. Inoltre, il valore medio (o atteso) della distribuzione è pari al 5,13%, mentre è del 6,13% il TIR nel caso base, che corrisponde al valore dell'indicatore di performance stimato in termini deterministici. Il confronto dei coefficienti di variazione delle distribuzioni di probabilità del TIR pre e *post*-interventi di mitigazione evidenzia che *post* mitigazione è più contenuta la variazione dei valori di previsione rispetto al valor medio.

La Figura 5 prova che il rischio di fallimento post interventi di mitigazione è “ampiamente accettabile” dal momento che è del 65,36% la probabilità di raggiungere un TIR \geq 5%.

Tabella 5 - Indici statistici del TIR post mitigazione

Numero prove	10.000
Caso base	6,13%
Media	5,13%
Mediana	5,34%
Deviazione standard	1,42%
Varianza	0,02%
Curtosi	2,88
Coeff. di variazione	0,28
Minimo	0,24%
Massimo	8,42%
Errore standard medio	0,02%

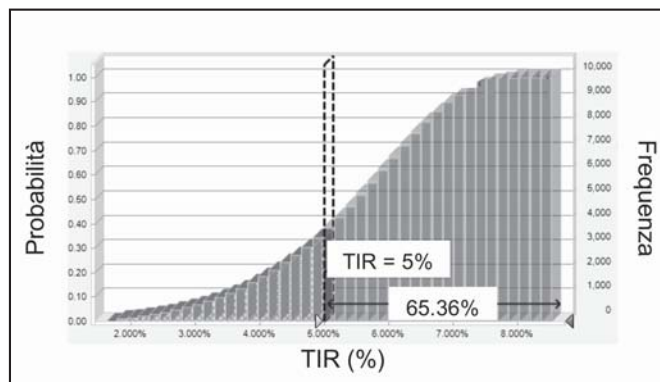


Figura 5 - Valutazione del rischio post interventi di mitigazione.

6. CONCLUSIONI

Al fine di scongiurare processi di isolamento e spopolamento che sempre più colpiscono i centri minori, diviene improrogabile la pianificazione di strategie d'intervento sostenibili volte alla valorizzazione economica, ambientale e "dell'immateriale valore identitario" di tali fragili territori. La complessità insita in tali strategie deve indurre il *decision-maker* a considerare nelle valutazioni tutte le componenti di rischio, finanziario ed extra-finanziario (Aven, 2016b; 2018; Steen, 2015; Fiore et al., 2016). Ciononostante, la letteratura di riferimento e gli indirizzi normativi hanno il limite di non suggerire alcun criterio di accettabilità del rischio d'investimento ante e post azioni di mitigazione. Limite che può essere superato con il modello proposto, in grado di integrare negli schemi ACB le soglie di accettabilità e di tollerabilità del rischio come definite dalla logica "As Low As Reasonably Practicable" (ALARP).

Ampiamente validata nei procedimenti di gestione del *safety risk* in ambito industriale o comunque quando occorra stimare il rischio di perdita di vite umane, la logica ALARP può trovare applicazione nella valutazione degli investimenti il cui principale obiettivo è il bilanciamento triangolare tra rischi, costi per ridurli e potenziali benefici conseguibili.

Il modello valutativo è applicato al progetto per la valorizzazione turistica dell'antico borgo di Aterrana, che conserva i caratteri autentici della civiltà passata. Le analisi e le elaborazioni consentono dapprima un'immediata lettura dell'alto livello di rischiosità dell'investimento, quindi, la ridefinizione degli schemi progettuali e delle forme di gestione. Ciò tramite azioni di promozione e iniziative in servizi complementari. Conseguo il contenimento del rischio di fallimento del progetto, che da "inaccettabile" diventa "ampiamente accettabile". Il caso studio dimostra che il modello valutativo può essere utile per migliorare il panel informativo a disposizione degli investitori, che più consapevolmente possono decidere sulla concreta esecuzione dell'iniziativa.

* **Antonio Nesticò**, Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Ingegneria Civile
e-mail: anesticò@unisa.it

** **Maria Macchiaroli**, Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Ingegneria Civile
e-mail: mmacchiaroli@unisa.it

*** **Gabriella Maselli**, Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Ingegneria Civile
e-mail: gmaselli@unisa.it

Contributi dell'autore

Il presente lavoro è da attribuire in parti uguali ai tre autori.

Bibliografia

- ALE B.J.M., *Tolerable or acceptable, a comparison of risk regulation in the UK and in the Netherlands*, *Risk Analysis*, Vol. 25, No. 2, 2005, pp. 231-241.
- ALE B.J.M., HARTFORD D.N.D., SLATER D., *ALARP and CBA all in the same game*, *Safety Science*, n. 76, 2015, pp. 90-100.
- ANTONIUCCI V., MARELLA G., *Small town resilience: Housing market crisis and urban density in Italy*, *Land Use Policy*, n. 59, 2016, pp. 580-588.
- AVEN T., *Risk analysis* (2nd ed), Wiley, Chichester, 2016a.
- AVEN T., *Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation*. *European Journal of Operational Research*, Vol. 253, No.1, 2016b, pp. 1-13.
- AVEN T., *An Emerging New Risk Analysis Science: Foundations and Implications*. *Risk Analysis*, Vol. 34, No. 5, 2018, pp. 876-888, doi: <https://doi.org/10.1111/risa.12899>.
- AVEN T., ABRAHAMSEN E.B., *On the use of cost-benefit analysis in ALARP processes*, *International Journal of Performance Engineering*, Vol. 3, No. 3, 2007, pp. 345-353.
- AVEN T., RENN O., *The Role of Quantitative Risk Assessments for Characterizing Risk and Uncertainty and Delineating Appropriate Risk Management Options, with Special Emphasis on Terrorism Risk*. *Risk Analysis* Vol. 29, No. 4, 2009, pp. 587-600, doi: 10.1111/j.1539-6924.2008.01175.x.
- DE MARE G., NESTICÒ A., BENINTENDI R., MASELLI G., *ALARP approach for risk assessment of civil engineering projects*, in *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2018*. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-95174-46.
- EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL FOR REGIONAL AND URBAN POLICY, *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*, European Commission, Brussels, Belgium, 2014.
- FIGLIORE P., NESTICÒ A., MACCHIAROLI M., *La riqualificazione energetica degli edifici monumentali. Un protocollo di intervento e caso studio*, *Valori e Valutazioni* n. 16, 2016, pp. 45-55, ISSN:2036-2404.
- FRANCINI M., COLUCCI M., PALERMO A., VIAPIANA M.F., *I centri storici minori. Strategie di rigenerazione funzionale*, FrancoAngeli, Milano, 2012.
- FRENCH S., BEDFORD T., ATHERTON E., *Supporting ALARP decision making by cost benefit analysis and multi-attribute utility theory*, *Journal of Risk Research*, Vol. 8, n. 3, 2007, pp. 207-223.
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE), *Reducing Risks, Protecting People: HSE's Decision-Making*, HSE Books, London, UK, 2001.
- JONES-LEE M., AVEN T., *ALARP - What does it really mean?*, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 96, No. 8, 2011, pp. 877-882.
- MAIETTI F., *Centri Storici Minori - Progetti di recupero e restauro del tessuto urbano fra identità culturale e salvaguardia*, Maggioli Editore, Rimini, 2008.
- MELCHERS R., *On the ALARP approach to risk management*, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 71, No. 2, 2001, pp. 201-208.
- NESTICÒ A., *Risk-Analysis Techniques for the Economic Evaluation of Investment Projects*, in Mondini, G., Fattinanzi, E., Oppio, A., Bottero, M., Stanghellini, S. (a cura di), *Integrated Evaluation for the Management of Contemporary Cities*. SIEV 2016. Green Energy and Technology, Springer, Cham, Switzerland, 2018.
- NESTICÒ A., HE S., DE MARE G., BENINTENDI R., MASELLI G., *The ALARP Principle in the Cost-Benefit Analysis for the Acceptability of Investment Risk*, *Sustainability*, Vol. 10, No. 12, 2018a, doi: 10.3390/su10124668.
- NESTICÒ A., DE MARE G., MASELLI G., *A Risk Assessment Approach for Water-Energy Systems*, in *Frontiers in Water-Energy-Nexus - Solutions, Advanced Technologies and Best Practices for Environmental Sustainability*, Springer Nature, Heidelberg, 2018b.
- NESTICÒ A., MASELLI G., *Sustainability indicators for the economic evaluation of tourism investments on islands*, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 248, No. 119217, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119217.
- NESTICÒ A., MOFFA R., *Analisi economiche e strumenti di Ricerca Operativa per la stima dei livelli di produttività nell'edilizia off-site*, *Valori e Valutazioni*, n. 20, 2018, pp. 107-126, ISSN: 2036-2404.
- REDMILL F., *ALARP Explored*: School of Computing Science, University of Newcastle upon Tyne, Newcastle upon Tyne, UK, 2010.
- STEEN R., *A risk assessment approach to support the launching of new products, services or processes*, *International Journal of Business Continuity and Risk Management*, Vol.6, No.1, 2015, pp 17-35.