



La sostenibilità ambientale nei progetti di infrastrutture ferroviarie

Environmental sustainability in railway infrastructures projects

Dott. Ingg. Michele DEL PRINCIPE^(*),
Mauro DI PRETE^(**), Antonello MARTINO^(***), Nicoletta ANTONIAS^(****)

1. Introduzione

Da alcuni decenni, qualsiasi idea di futuro non può prescindere dalla ricerca di uno sviluppo sostenibile⁽¹⁾, di un equilibrio tra sviluppo economico e qualità della vita, tra produzione di ricchezza e conservazione dell'ambiente, tra interessi economici ed istanze sociali.

Nel 2008 con il decreto legislativo n. 4 viene introdotto nella legislazione nazionale il "principio dello sviluppo sostenibile" che evidenzia la necessità di modificare il comune approccio adottato nelle valutazioni ambientali e di individuare nuovi criteri di progettazione capaci di pervenire ad una valutazione integrata degli obiettivi ambientali, economici e sociali.

Lo stesso "Regolamento delle opere pubbliche" (DPR 207/2010) introduce in modo chiaro ed esplicito la necessità di ispirare la progettazione a principi più evoluti di tutela ambientale legati al concetto di sostenibilità.

Per garantire l'adeguato inserimento ambientale di opere di straordinaria complessità ingegneristica, quali le infrastrutture ferroviarie, si è resa pertanto indispensabile una rilettura di temi ed aspetti "tradizionali" attraverso una visione più ampia ed integrata dell'Ambiente che supera la logica del mero impatto ambientale e consente di individuare l'effettivo *bilancio ambientale* dell'opera, evidenziando non solo ciò che si sottrae al contesto ma anche i benefici indotti dalla realizzazione dell'opera stessa.

In questa logica, Italferr, in collaborazione con l'Istitu-

1. Introduction

For several decades, any idea of future cannot disregard the research for sustainable⁽¹⁾ development, for a balance between economic development and quality of life, production of wealth and environmental preservation, economic interests and social needs.

In 2008, with Legislative Decree n. 4 "the principle of sustainable development" is introduced in the national legislation, highlighting the need to revise the common approach adopted in environmental assessments and to identify new design criteria capable of achieving integrated evaluation of environmental, economic and social objectives.

The same "Regulation of Public works" (Presidential Decree 207/2010) clearly and explicitly introduces the need to inspire the project from the more evolved principles of environmental protection related to the concept of sustainability.

To ensure a proper environmental inclusion of extraordinary complexity engineering works, such as railway infrastructure, a re-reading of "traditional" topics and aspects became necessary through a broader and integrated view of the Environment that exceeds the mere logic of environmental impact and allows to identify the actual *environmental balance* of the project, emphasising not only what is subtracted from the context but also the benefits induced by the realisation of the project itself.

^(*) Direttore Tecnico Italferr Spa – Gruppo Ferrovie dello Stato.

^(**) Direttore Tecnico Istituto IRIDE.

^(***) Responsabile U.O. Ambiente e Archeologia di Italferr Spa.

^(****) Progettista U.O. Ambiente e Archeologia di Italferr Spa.

⁽¹⁾ Sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni (Rapporto Brundtland – 1987).

^(*) Technical Director Italferr Spa – Ferrovie dello Stato Group.

^(**) Technical Director IRIDE Institute.

^(***) O.U. Manager for Environment and Archaeology of Italferr Spa.

^(****) O.U. Designer for Environment and Archaeology of Italferr Spa.

⁽¹⁾ Development that *satisfies present needs* without committing the capacity of future generations of meeting their own needs. (Brundtland – 1987).

to IRIDE, ha sviluppato una nuova metodologia, presentata al Ministero dell'Ambiente, finalizzata ad integrare la sostenibilità ambientale nella progettazione di un'infrastruttura ferroviaria o meglio del "sistema ferrovia", inteso nelle sue diverse fasi temporali, così da perseguire un equilibrio ambientale che caratterizzi l'intero ciclo di vita dell'opera.

2. Obiettivi

L'esigenza di "tradurre" i principi enunciati dalla normativa più recente (Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 e Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207) in applicazioni concrete, volte alla reale integrazione dell'opera con il contesto territoriale di riferimento, ha portato alla definizione di una metodologia, oggetto di una specifica pubblicazione dal titolo "La sostenibilità ambientale nei progetti di infrastrutture ferroviarie", che rappresenta lo strumento per:

- determinare la sostenibilità ambientale, economica e sociale dell'iniziativa progettuale, fornendo al progettista gli elementi utili a migliorare le caratteristiche dell'intervento attraverso un processo di *feed-back* continuo volto a perfezionare la soluzione di progetto;
- migliorare l'interazione con il territorio interessato dal progetto, promuovendo un processo di condivisione dell'iniziativa progettuale per focalizzare in ogni territorio e contesto ambientale, a secondo della sensibilità dei soggetti portatori di interesse, le esigenze locali;
- contribuire al dibattito disciplinare in materia di VIA fornendo uno strumento applicativo che possa rappresentare un riferimento nella rivisitazione delle Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale di cui al D.P.C.M. 27 dicembre 1988;
- fornire un compendio agli studi tradizionali, rivolti esclusivamente all'esame degli impatti ambientali, ed offrire agli Enti competenti evidenza della risposta del progetto al fenomeno indagato.

3. I riferimenti per la caratterizzazione della sostenibilità ambientale

Nel corso degli ultimi decenni, il concetto di sostenibilità e di sviluppo sostenibile è stato espresso attraverso atti, rapporti, documenti, direttive, leggi, ecc., e la definizione degli indicatori di sostenibilità introdotta dagli stessi è riferita a diversi aspetti che vanno dai più generali ad alcuni di elevato dettaglio.

I principali documenti riconosciuti a livello internazionale e presi a riferimento per la definizione della nuova metodologia sono di seguito elencati:

- i 10 criteri di sostenibilità dell'Unione Europea (1998) – criteri da considerare preliminarmente per l'im-

In this logic, Italferr has developed a new methodology in collaboration with the IRIDE Institute, submitted to the Ministry of the Environment, aimed at integrating environmental sustainability in the planning of the railway infrastructure, or better of the "railway system", understood in its different stages, so as to pursue an environmental balance that characterises the entire lifecycle of the project.

2. Objectives

The need to "translate" in practical applications the principles laid down by the most recent provisions (Legislative Decree N. 4 of January 16, 2008, and the Decree of the President of the Republic n. 207 of October 5, 2010), aimed at the real integration of the project with the reference territorial context, has led to the definition of a methodology, which was the subject of a specific publication entitled "Environmental sustainability of railway infrastructure projects", that is the tool to:

- determine the environmental, economic and social sustainability of the project initiative, providing the designer with useful elements to improve the characteristics of the intervention through a continuous *feedback* process to refine the project solution;
- improve interaction with the territory concerned by the project, promoting a shared process of the project initiative to focus on local needs in each territory and environment, depending on the sensitivity of the stakeholders;
- contribute to the disciplinary debate regarding EIA providing an application tool that may represent a reference in the revision of the Technical Rules for the drafting of environmental impact studies referred to in D.P.C.M. of December 27, 1988;
- provide a brief of traditional studies, addressed exclusively to the consideration of environmental impacts, and provide competent Institutions with evidence of the project's response to the phenomenon under investigation.

3. References for the characterisation of environmental sustainability

In recent decades, the concept of sustainability and of sustainable development was expressed through acts, reports, documents, directives, laws, etc., and the definition of sustainability indicators introduced by the same is traceable to different aspects ranging from the more general one to some very detailed ones.

The main internationally recognised documents and taken as reference for the definition of the new methodology are listed below:

- the 10 European Union sustainability criteria (1998)

postazione di un Programma di fondi strutturali e successivamente da utilizzare come criteri guida nella valutazione del Programma stesso;

- strategia d'Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia (2002) – strumento pensato prioritariamente per i soggetti pubblici che con le loro politiche ed azioni possono promuovere lo sviluppo sostenibile del territorio. Strategia che si articola in quattro aree tematiche principali:

- cambiamenti climatici e protezione della fascia di ozono;

- protezione e valorizzazione sostenibile della natura e della biodiversità;

- qualità dell'ambiente e qualità della vita negli ambienti urbani;

- prelievo delle risorse e produzione dei rifiuti;

- Aalborg Commitments (2004) – una carta di impegni, suddivisi in dieci aree tematiche, che individua obiettivi e priorità per uno sviluppo sostenibile da perseguire attraverso la cooperazione con tutti i livelli di governo.

Da un'attenta lettura di questi strumenti emerge la loro teoricità e generalità.

Si è quindi provveduto a rivedere le strategie e gli obiettivi individuati da tali strumenti, cercando di rapportarsi al tema di studio, ovvero alla progettazione di un'infrastruttura ferroviaria nella quale la materia ambientale viene trattata per lo più mediante una verifica *ex-post* delle ripercussioni negative che le azioni di progetto possono provocare.

Si è svolto un importante lavoro di selezione e di adeguamento dei principi generali forniti dalle diverse iniziative internazionali in materia di sostenibilità ambientale, al fine di renderli perseguibili nell'ambito della progettazione di un'infrastruttura di trasporto.

È stato così possibile individuare gli obiettivi di sostenibilità del presente studio, suddividendoli in *macro-obiettivi* e *obiettivi specifici*, descritti nel seguito, da considerare nella definizione delle scelte progettuali.

4. Descrizione della metodologia

La metodologia per la valutazione della sostenibilità ambientale delle infrastrutture ferroviarie è stata sviluppata a partire dalla ricognizione delle informazioni già esistenti in tema di sostenibilità ambientale al fine di poter trasferire i concetti espressi alle attività di progettazione e realizzazione di un'infrastruttura ferroviaria ed individuare l'effettivo bilancio ambientale dell'intero ciclo di vita dell'opera.

Aspetto questo particolarmente innovativo se si considera il comune approccio adottato nelle valutazioni ambientali, l'utilizzo sempre più diffuso di criteri di analisi e

– criteria to be considered prior to setting up a Programme of structural funds and to be later used as criteria in the evaluation of the Programme itself;

- environmental Action Strategy for Sustainable Development in Italy (2002) – tool designed primarily for public entities that can promote sustainable development of the territory with their policies and actions. Strategy that is divided into four main thematic areas:

- climate change and protection of the ozone layer;

- protection and sustainable exploitation of nature and biodiversity;

- quality of the environment and quality of life in urban environments;

- collection of resources and waste production;

- Aalborg Commitments (2004) – a Charter of pledges, divided into ten subject areas, that identifies objectives and priorities for sustainable development to be pursued through cooperation with all Government levels.

Their theoretical and general information nature emerges from a careful reading of these tools.

A review of the strategies and objectives identified by such tools was therefore performed, trying to relate to the topic of study, i.e. to design a railway infrastructure in which environmental matters are covered mostly by *ex-post* verification of the negative impacts that the project's actions can cause.

An important work of selection and adaptation of the general principles provided by the various international initiatives on environmental sustainability was carried out, in order to make them feasible under the planning of a transport infrastructure.

It was thus possible to identify the sustainability objectives of this study, by dividing them into *macro-objectives* and *specific objectives*, described below, to be considered in the definition of project choices.

4. Description of the methodology

The methodology for assessing the environmental sustainability of railway infrastructures was developed from the reconnaissance of existing information in the field of environmental sustainability in order to transfer the concepts expressed to the planning and realisation of a railway infrastructure and identify the actual environmental balance of the entire lifecycle of the project.

A particularly innovative aspect considering the common approach adopted in environmental evaluations and the increasingly widespread use of analysis and evaluation criteria typical of the *environmental impact logic*. It leads to the identification of adverse effects related to the realisation of a project and therefore induces a partial examination that does not contemplate the positive

di valutazione propri della *logica dell'impatto ambientale* che porta all'identificazione dei soli effetti negativi correlati alla realizzazione di un progetto ed induce pertanto ad un esame parziale che non contempla gli effetti positivi che l'opera produce nel territorio di riferimento.

La "strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile" definita dall'Italia nel 2002 manifesta l'esigenza di modificare approcci e metodi di lavoro attraverso l'impegno di "assicurare la sostenibilità delle singole opere con un'efficiente ed efficace applicazione della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)".

Per poter assicurare la sostenibilità di un'opera occorre, quindi, perseguire una logica che oltre la "compatibilità ambientale", ovvero il confronto con un riferimento imposto dalla norma o definito in modo strategico, consente di indagare sulla effettiva "capacità di carico" dell'ambiente nel quale l'opera si inserisce (fig. 1).

Il rapporto opera-ambiente rappresenta l'elemento di riferimento per la definizione della proposta metodologica, nella quale sono messi a confronto l'*offerta di ambiente* fornita dal contesto rispetto alla *domanda (consumo) di ambiente* dell'opera. Nell'equilibrio tra questi due aspetti si configura la sostenibilità ambientale dell'iniziativa progettuale.

La definizione di una nuova logica di sostenibilità, permette una *rimodulazione del rapporto Domanda - Offerta di ambiente*, che consente di valorizzare la ricerca dell'ottimizzazione ambientale del progetto nell'ambito di un processo di integrazione che evidenzia le possibilità dell'ambiente di accogliere e sostenere l'intervento senza che ciò ne comprometta, nel tempo, l'equilibrio.

La ricerca di uno sviluppo sostenibile passa attraverso l'integrazione delle tre dimensioni, Ambientale, Economica e Sociale, fondamentali e inscindibili dello sviluppo:

- **Sostenibilità economica:** la capacità di un sistema economico di generare una crescita duratura degli indicatori economici. All'interno di un sistema territoriale, per sostenibilità economica si intende la capacità di produrre e mantenere all'interno del territorio il massimo del valore aggiunto.
- **Sostenibilità sociale:** la capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute) equamente distribuite per classi e per genere.
- **Sostenibilità ambientale:** la capacità di preservare nel tempo le tre funzioni dell'ambiente – la funzione di fonte di risorse naturali, la funzione di ricettore di rifiuti ed inquinanti e la funzione di fornitore delle condizioni necessarie al mantenimento della vita.

La sostenibilità dell'intervento è legata all'individuazione di obiettivi di sostenibilità che il progetto deve perseguire per poter determinare, una volta schematizzata l'opera secondo grandezze utili, il livello di soddisfacimento della risposta agli obiettivi predefiniti.

Gli obiettivi di sostenibilità, derivati dall'analisi dei do-

effects that the structure produces in the reference territory.

The "environmental action strategy for sustainable development" defined by Italy in 2002, expresses the need to adjust approaches and work methods through the commitment to "ensure the sustainability of individual projects with an efficient and effective application of the Environmental Impact Assessment (EIA)".

In order to ensure the sustainability of a project one must therefore pursue a rationale that beyond "environmental compatibility", that is the comparison with a reference required by the standard or strategically defined, allows to investigate the actual "carrying capacity" of the environment in which the project will include (fig. 1).



Fig. 1 – Dalla "compatibilità" alla "sostenibilità". From "compatibility" to "sustainability". (Changing from Environmental Compatibility Logic; → to Environmental Sustainability Logic; NEGATIVITY Logic; "ENVIRONMENTAL BALANCE" Logic; From mere examination of environmental impacts; → to an "integrated" evaluation of environmental, economic and social objectives).

The project-environment relationship represents the reference element for the definition of the methodological proposal, in which the *environment offer* provided by the context over *demand* (consumption) of the project environment are compared. The environmental sustainability of the project initiative is in the balance between these two aspects.

The definition of a new sustainability logic allows a *modification of the environment Demand-Supply relationship*, allowing the enhancement of the research for environmental optimisation of the project within an integration process that highlights the possibility of the environment of accepting and supporting the intervention without compromising the balance in time.

The research for sustainable development goes through the integration of the three dimensions, Environmental, Economic and Social, fundamental and inseparable for development:

- **Economic sustainability:** the ability of an economic system to generate a sustained growth of economic indicators. Within a territorial system, one refers to economic sustainability as to the ability to produce and maintain the maximum added value within the territory.
- **Social sustainability:** the ability to secure conditions of human well-being (health, safety) evenly distributed by classes and by gender.

cumenti riconosciuti a livello internazionale presi a riferimento, sono stati suddivisi in *macro-obiettivi* e *obiettivi specifici*.

Successivamente si sono definiti gli *indicatori* per misurare il grado di rispondenza del progetto agli obiettivi di sostenibilità stabiliti e quantificare in modo oggettivo i fenomeni indagati.

Il processo per il calcolo della sostenibilità ambientale è schematizzato nella fig. 2.

La sostenibilità dell'intervento è legata pertanto all'individuazione di indicatori strutturati secondo grandezze proprie delle azioni di progetto ed in particolare:

- Q_p = grandezza di base rappresentativa del dato progettuale che esplicita la *domanda di ambiente*;
- Q_{p_0} = grandezza progettuale che rappresenta la possibilità di inserire già nella definizione del progetto elementi a valenza innovativa che contribuiscono a ridurre la *domanda di ambiente*.

Note queste grandezze, per ogni indicatore, sono state individuate nell'ambito dell'*offerta di ambiente* le quantità di riferimento (Q_r) rispetto alle quali rapportarsi per poter eseguire la stima della sostenibilità dell'iniziativa progettuale.

Si è stabilita una modalità di lettura del risultato finale escludendo una classificazione complessiva per evitare di utilizzare la logica del confronto *multi-obiettivo* che introduce attraverso il sistema dei pesi una soggettività di giudizio e non consente pertanto di arrivare ad un risultato univoco. Si è piuttosto deciso di strutturare ogni indicatore in modo tale da poterlo quantificare e da poter attribuire un valore numerico al risultato ottenuto in termini di soddisfacimento dello specifico obiettivo. In tal modo si ottiene una lista di valori compresi tra "0" ed "1" a rappresentare la sostenibilità dell'iniziativa progettuale. È evidente che più sono presenti numeri prossimi all'unità e più la soluzione progettuale risulta sostenibile (fig. 3).

4.1. I macro-obiettivi

Il ruolo dei macro-obiettivi è particolarmente importante perché, oltre a rappresentare la struttura portante dello studio, definiscono le logiche rispetto alle quali riferire la successiva scelta degli indicatori ed i criteri per la determinazione delle modalità di quantificazione e valutazione.

- *Environmental sustainability*: the ability to preserve the three functions of the environment over time - the source function of natural resources, the waste and pollutants receptor function and the function of supplier of the conditions necessary for the maintenance of life.

The sustainability of the intervention is linked to the identification of sustainability objectives that the project should pursue in order to determine the response satisfaction level to the preset objectives, once the project according to useful quantities is outlined.

The sustainability objectives, derived from the analysis of internationally recognised documents taken as reference, were divided into *macro-objectives* and *specific objectives*.

Subsequently, the *indicators* to measure the degree of compliance of the project to the sustainability objectives established and to objectively quantify the phenomena under investigation were defined.

Fig. 2 illustrates the process for calculating environmental sustainability.

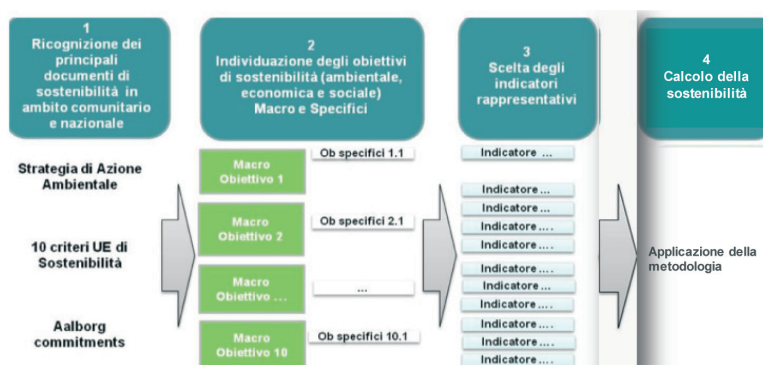


Fig. 2 - Fasi del metodo. *Phases of the method.*

The sustainability of the intervention is therefore linked to the identification of indicators structured according to the dimensions of the project and particularly:

- Q_p = basic quantity representative of the project data given that explains the *environment demand*;
- Q_{p_0} = project quantity that represents the possibility of including items with an innovative value that contribute to reducing the *environment demand* in the definition of the project.

Once these quantities are known, the reference quantities (Q_r) to relate to so as to estimate the sustainability of the project initiative, have been identified for each indicator within the *environment offer* framework.

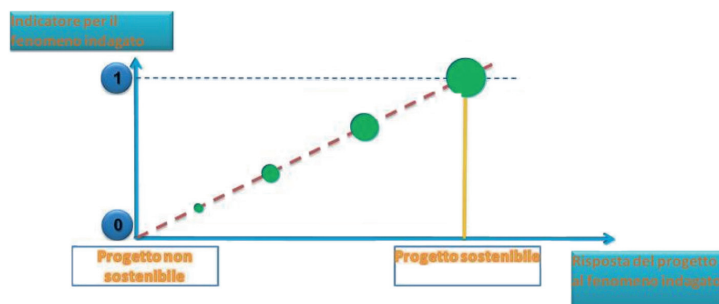


Fig. 3 – Misura della sostenibilità. Sustainability measure.

Infatti, data la scelta di utilizzare un metodo di lavoro che abbia in se stesso i riferimenti da mettere a disposizione del progettista e, successivamente, di chi deve verificare se l'opera può ritenersi "sostenibile", i macro-obiettivi esprimono i principi rispetto ai quali rapportarsi.

Nello specifico sono stati individuati dieci macro-obiettivi, come indicato nella tabella 1, rappresentativi dei criteri internazionali analizzati.

Ogni macro-obiettivo può determinare una possibile evoluzione del modo di progettare. A titolo esemplificativo, il macro-obiettivo "Promuovere la partecipazione alle decisioni in materia di sviluppo infrastrutturale" richiede un confronto sistematico con i soggetti interessati e non più dipendente dall'iniziativa del singolo proponente-progettista o dello specifico ambito d'intervento.

A reading method of the final result is established excluding an overall classification to avoid using the *multi-objective* comparison logic that introduces subjective judgement through the weights system and does not therefore allow to reach a unique result. It is rather decided to structure each indicator so that it can be quantified and so that a numeric value to the result obtained in terms of fulfilment of the specific objective can be assigned. In this way, a list of values between "0" and "1" is obtained to represent the sustainability of the project initiative. It is evident that the more there are numbers close to a unit, the more the project solution is sustainable (fig. 3).

4.1. The macro-objectives

The role of macro-objectives is particularly important because, besides representing the bearing structure of the study, they define the logic in relation to which the subsequent selection of the indicators and of the criteria for the determination of the methods of quantification and assessment are to be reported.

In fact, given the choice to use a work method with references to make available to the designer and, subsequently, to those who must verify whether the project can

TABELLA 1 – TABLE 1

MACRO-OBIETTIVI – MACRO-OBJECTIVES

MO.01	Promuovere la partecipazione alle decisioni in materia di sviluppo infrastrutturale <i>Promote the participation in decisions on infrastructural development</i>
MO.02	Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo, culturale e favorire il riequilibrio territoriale <i>Preserve and promote the quality of the local, perceptual, cultural environment and encourage territorial balance</i>
MO.03	Migliorare la mobilità e ridurre il traffico inquinante <i>Improve mobility and reduce polluting traffic</i>
MO.04	Promuovere il benessere sociale <i>Promote social welfare</i>
MO.05	Assicurare una economia locale che promuova l'occupazione senza danneggiare l'ambiente <i>Ensure a local economy that promotes employment without harming the environment</i>
MO.06	Aumentare gli investimenti per la protezione e la valorizzazione dell'ambiente <i>Increase investments for the preservation and enhancement of the environment</i>
MO.07	Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile, minimizzandone il prelievo <i>Utilise environmental resources sustainably, minimising collection</i>
MO.08	Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riciclaggio, e promuovere il trasporto a breve distanza <i>Reduce waste production, increase recycling and promote short-distance transport</i>
MO.09	Ridurre l'inquinamento <i>Reduce pollution</i>
MO.10	Conservazione ed incremento della biodiversità e riduzione della pressione antropica sui sistemi naturali <i>Preservation and enhancement of biodiversity and reduction of anthropogenic pressure on natural systems</i>

TABELLA 2 – TABLE 2

OBIETTIVI SPECIFICI DOMINIO SOCIALE ED ECONOMICO – SPECIFIC OBJECTIVES OF SOCIAL AND ECONOMIC DOMAIN

MO.01	Promuovere la partecipazione alle decisioni in materia di sviluppo infrastrutturale <i>Promote participation in decisions on infrastructural development</i>	OS.01	Condividere l'iniziativa progettuale con <i>stakeholder</i> istituzionali in fase di progettazione <i>Share the project initiative with institutional stakeholders during the project stage</i>	S
		OS.02	Condividere l'iniziativa progettuale con <i>stakeholder</i> non istituzionali in fase di progettazione <i>Share the project initiative with non institutional stakeholders during the project stage</i>	S
MO.02	Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo, culturale e favorire il riequilibrio territoriale <i>Preserve and promote the quality of the local, perceptual, cultural environment and encourage territorial balance</i>	OS.03	Garantire una adeguata tutela del patrimonio culturale <i>Ensure adequate protection of the cultural heritage</i>	S
		OS.04	Privilegiare il riuso del patrimonio infrastrutturale ed edilizio esistente <i>Priorities the re-use of existing building and infrastructure assets</i>	E
		OS.05	Rivitalizzare e riqualificare aree svantaggiate <i>Revitalize and redevelop disadvantaged areas</i>	E
		OS.06	Garantire un adeguato restauro e uso/riuso del patrimonio culturale <i>Ensure proper restoration and use/re-use of cultural heritage</i>	S
		OS.07	Applicare i principi per una progettazione e una costruzione sostenibili, promuovendo progetti architettonici e tecnologie edilizie di alta qualità <i>Apply the principles for sustainable planning and construction, promoting architectural projects and high-quality building technologies</i>	S
MO.03	Migliorare la mobilità e ridurre il traffico inquinante <i>Improve mobility and reduce polluting traffic</i>	OS.08	Ridurre la necessità del trasporto motorizzato privato e promuovere alternative valide e accessibili <i>Reduce the need for private motorised transport and promote valid and accessible alternatives</i>	S
		OS.09	Incrementare la domanda del trasporto passeggeri <i>Increase passenger transport demand</i>	E
		OS.10	Promuovere iniziative atte a migliorare le prestazioni del servizio <i>Promote initiatives to improve service performances</i>	S
		OS.11	Migliorare il livello di servizio delle altre reti infrastrutturali <i>Improve the level of service of other infrastructure networks</i>	S
MO.04	Promuovere il benessere sociale <i>Promote social welfare</i>	OS.12	Promuovere la salute e la qualità della vita <i>Promote health and quality of life</i>	S
		OS.13	Protezione del territorio da rischi geomorfologici, idraulici e idrogeologici <i>Protection of the territory from geomorphologic, hydraulic and hydrogeological hazards</i>	S
		OS.14	Aumentare le azioni di controllo degli effetti ambientali della realizzazione e dell'esercizio <i>Increase control actions of construction and operation environmental effects</i>	S
		OS.15	Assicurare la certezza dei tempi di realizzazione dell'opera <i>Ensure the certainty of project completion times</i>	S
MO.05	Assicurare una economia locale che promuova l'occupazione senza danneggiare l'ambiente <i>Ensure a local economy that promotes employment without harming the environment</i>	OS.16	Incrementare posti di lavoro <i>Increase jobs</i>	E
		OS.17	Stimolare ed incentivare l'occupazione locale e lo sviluppo di nuove attività <i>Stimulate and promote the local employment and development of new activities</i>	E
MO.06	Aumentare gli investimenti per la protezione e la valorizzazione dell'ambiente <i>Increase investments for the preservation and enhancement of the environment</i>	OS.18	Aumentare gli investimenti per la minimizzazione ed il controllo degli effetti negativi <i>Increase investments for the minimisation and control of negative effects</i>	E
		OS.19	Evitare i consumi superflui e migliorare l'efficienza energetica <i>Avoid superfluous consumption and improve energy efficiency</i>	E

OSSERVATORIO

4.2. Gli obiettivi specifici e gli indicatori di prestazione

Sono stati individuati obiettivi specifici ai quali associare indicatori di progetto utili per caratterizzare il fenomeno in studio. La definizione degli stessi è stata effettuata lavorando per domini specifici (Sociale, Economico ed Ambientale). Tali obiettivi sono stati definiti in modo da poter contemperare l'insieme delle problematiche, connesse alla realizzazione, all'esercizio e alla dismissione di un'infrastruttura di trasporto, oggetto di analisi attraverso gli indicatori di riferimento individuati.

be considered "sustainable", the macro-objectives express the principles to relate to.

In particular, ten macro-objectives have been identified, as shown in the table 1 below, representing the analysed international criteria.

Each macro-objective can determine a possible evolution of the way of designing. By way of example, the macro-objective "Promoting participation in decisions on infrastructural development" requires a systematic confrontation with the stakeholders and no longer dependent on the initiative of the individual proponent or designer or on the specific intervention framework.

TABELLA 3 – TABLE 3

OBIETTIVI SPECIFICI DOMINIO AMBIENTALE – SPECIFIC OBJECTIVES OF THE ENVIRONMENTAL DOMAIN

MO.07	Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile, minimizzandone il prelievo <i>Utilise environmental resources sustainably, minimising collection</i>	OS.20	Ridurre il consumo di energia ed incrementare la quota di energie rinnovabili e pulite <i>Reduce energy consumption and increase the share of renewable and clean energy</i>	A
		OS.21	Ridurre il fabbisogno di acqua ed utilizzarla in modo più efficiente <i>Reduce the need of water and use it more efficiently</i>	A
		OS.22	Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili <i>Restrain land consumption particularly in sensitive areas</i>	A
		OS.23	Ridurre delle quantità dei materiali consumati ed incrementare il riuso <i>Reduce the quantity of materials used and increase re-use</i>	A
		OS.24	Favorire l'impiego di materiali eco-compatibili <i>Encourage the use of environmental friendly materials</i>	A
MO.08	Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riciclaggio, e promuovere il trasporto a breve distanza <i>Reduce waste production, increase recycling and promote short-distance transport</i>	OS.25	Ridurre la produzione di rifiuti non pericolosi da conferire a smaltimento attraverso processi di recupero/riciclo <i>Reduce the production of non-hazardous waste to be disposed through recovery/recycling processes</i>	A
		OS.26	Massimizzare il riutilizzo delle terre <i>Maximise the reuse of land</i>	A
MO.09	Ridurre l'inquinamento <i>Reduce pollution</i>	OS.27	Delocalizzare le sorgenti di inquinamento acustico ed elettromagnetico dai ricettori abitativi <i>Relocate acoustic and electromagnetic contamination sources from housing receptors</i>	A
		OS.28	Ridurre i cambiamenti climatici e le emissioni di gas serra <i>Reduce climate change and greenhouse gas emissions</i>	A
		OS.29	Migliorare la qualità dell'aria <i>Improve air quality</i>	A
		OS.30	Bonificare e ripristinare i siti inquinati <i>Reclaim and restore contaminated sites</i>	A
MO.10	Conservazione ed incremento della biodiversità e riduzione della pressione antropica sui sistemi naturali <i>Preservation and enhancement of biodiversity and reduction of anthropogenic pressure on Natural systems</i>	OS.31	Conservare e tutelare la biodiversità <i>Preserve and protect biodiversity</i>	A
		OS.32	Promuovere ed incrementare la biodiversità, rivitalizzando e riqualificando in particolare le aree abbandonate <i>Promote and increase biodiversity, re-vitalising and re-qualifying abandoned areas in particular</i>	A
		OS.33	Recuperare la funzionalità delle aree boscate <i>Recover the functionality of woodland areas</i>	A

I primi sei macro-obiettivi riferiti all'insieme del dominio Sociale ed Economico si caratterizzano negli obiettivi specifici riportati nella tabella 2.

Gli ulteriori quattro macro-obiettivi sono prettamente di carattere ambientale e sono articolati negli obiettivi specifici riportati nella tabella 3.

La metodologia vuole caratterizzarsi per la sua concretezza ed oggettività per cui sulla base di dati rappresentativi e di grandezze proprie del progetto sono stati identificati indicatori di riferimento per ciascun obiettivo specifico. Ognuno degli indicatori è quantificato attraverso unità di misura corrispondenti alle grandezze fisiche utilizzate negli atti progettuali.

Nella nuova logica della sostenibilità occorre considerare non solo ciò che si sottrae al contesto ma anche i benefici indotti dalla realizzazione dell'opera di riferimento.

4.2. Specific objectives and performance indicators

Specific objectives were identified to associate with project indicators useful to characterise the phenomenon under examination. The definition of the same was done by working for specific domains (Social, Economic and Environmental). These objectives have been defined in order to balance the set of issues, relating to implementation, operation and disposal of transport infrastructure, object of analysis through identified reference indicators.

The first six macro-objectives related to the overall Economic and Social domain feature specific objectives set out in table 2.

The additional four macro-objectives are purely environmental and are articulated in the specific objectives reported in table 3.

Obiettivo Specifico <i>Specific Objective</i>	Indicatore prestazioni di progetto <i>Project performance indicator</i>	Q_p Quantità di progetto Q_p Project Quantity	Q_r Quantità di riferimento Q_r Reference quantities	Modalità di valutazione <i>Evaluation mode</i>
Assicurare la certezza dei tempi di realizzazione dell'opera <i>Ensure the certainty of project completion times</i>	Stato di bonifica siti inquinati prima della consegna dei lavori <i>Contaminated sites reclamation status prior to delivery of the works</i>	Numero di siti inquinati per i quali sono state avviate attività di bonifica <i>Number of contaminated sites for which reclamation activities were begun</i>	Numero di siti attraversati con terreni contaminati individuati in fase di progettazione <i>Number of sites crossed with contaminated lands</i>	Q_p / Q_r
Bonificare e ripristinare i siti inquinati <i>Reclaim and restore contaminated sites</i>	Interventi di bonifica <i>Reclamation interventions</i>	Aree oggetto di intervento <i>Areas of intervention</i>	Aree con terreni contaminati nell'area di pertinenza <i>Areas with contaminated lands in the area at issue</i>	Q_p / Q_r

Obiettivo Specifico <i>Specific Objective</i>	Indicatore prestazioni di progetto <i>Project performance indicator</i>	Q_p Quantità di progetto Q_p Project Quantity	Q_r Quantità di riferimento Q_r Reference quantities	Modalità di valutazione <i>Evaluation mode</i>
Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale dell'opera <i>Ensure adequate protection of the cultural heritage</i>	Attraversamento aree di interesse archeologico <i>Crossing of areas of archaeological interest</i>	Estensione attraversamento <i>Crossing dimension</i>	Estensione complessiva del progetto <i>Overall project extension</i>	$(Q_r - Q_p) / Q_r$
Assicurare la certezza dei tempi di realizzazione dell'opera <i>Ensure the certainty of project completion times</i>	Conoscenza del contesto archeologico attraversato <i>Knowledge of the archaeological context crossed</i>	Numero di siti attraversati per i quali sono state effettuate indagini archeologiche preventive <i>Number of sites crossed for which preventive archaeological investigations were carried out</i>	Numero di siti attraversati a potenziale rischio archeologico individuati dallo studio archeologico prevenivo <i>Number of sites crossed potentially at archaeological risk identified by the preventive archaeological study</i>	Q_p / Q_r

OSSERVATORIO

In quest'ottica, l'opera ferroviaria "diventa" un'opportunità per migliorare e riqualificare i territori attraversati, per cui sono stati definiti indicatori che misurano ad esempio il beneficio sociale indotto da:

- attività di censimento dei siti potenzialmente contaminati svolte in fase di progettazione in tutte le aree interferenti con le opere di progetto per restituire alla collettività territori prima degradati (*Obiettivi specifici OS.15 e OS.30*);
- attività di verifica preventiva dell'interesse archeologico atte a coniugare la salvaguardia del patrimonio antico con gli interessi primari di costruzione di opere pubbliche e per valorizzare il patrimonio culturale esistente (*Obiettivi specifici OS.03 e OS.15*).

The methodology will be characterised by its concreteness and objectivity for which reference indicators for each specific objective were identified, based on representative data and project sizes. Each indicator is quantified by units of measurement corresponding to the physical quantities used in the planning.

The new logic of sustainability must consider not only what is subtracted from the context but also the benefits induced by the completion of the reference project.

In this context, the railway project "becomes" an opportunity to improve and redevelop the territories crossed, for which indicators were defined measuring, for example, the social benefit induced by:

- census activities of potentially contaminated sites carried out in the project stage in all areas interfe-

Obiettivo Specifico <i>Specific Objective</i>	Indicatore prestazioni di progetto <i>Project performance indicator</i>	Q_p Quantità di progetto Q_p Project Quantity	Q_r Quantità di riferimento Q_r Reference quantities	Modalità di valutazione <i>Evaluation mode</i>
Favorire l'impiego di materiali eco-compatibili <i>Encourage the use of environmental friendly materials</i>	Materiali edilizi <i>Building materials</i>	Materiali a "km 0" <i>Materials at "0 km"</i>	Materiali complessivi da utilizzare <i>Total amount of materials to be used</i>	Q_p / Q_r

L'opera ferroviaria diventa un'opportunità per utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile, per cui sono stati inseriti indicatori che promuovono il riutilizzo dei materiali di risulta ed il prelievo di materiali "locali" (*materiali a Km 0*) ai fini di una riduzione delle quantità di materiali da approvvigionare e di una riduzione delle interferenze sul traffico.

ring with the project works to restore territories that were degraded before to the Community (*Specific objectives and OS.15 and OS.30*);

- preventive verification activities of archaeological interest to combine the preservation of ancient heritage with primary public works construction interests and to enhance the existing cultural heritage (*Specific objectives OS.03 and OS.15*).

Obiettivo Specifico <i>Specific Objective</i>	Indicatore prestazioni di progetto <i>Project performance indicator</i>	Q_p Quantità di progetto Q_p Project Quantity	Q_{p0} Quantità di progetto ottimizzata Q_{p0} Optimised project quantity	Q_r Quantità di riferimento Q_r Reference quantities	Modalità di valutazione <i>Evaluation mode</i>
Ridurre la produzione di rifiuti non pericolosi da conferire a smaltimento attraverso processi di recupero/riciclo <i>Reduce the production of non-hazardous waste to be disposed through recovery/recycling processes</i>	Rifiuti non pericolosi recuperati <i>Non-hazardous waste recovered</i>	Produzione totale rifiuti <i>Total waste production</i>	Rifiuti non pericolosi recuperati <i>Non-hazardous waste recovered</i>	Percentuale di recupero fissata da programmazione di settore <i>Recovery percentage set out by field programming</i>	$(Q_{p0} / Q_p) / Q_r$

Obiettivo Specifico <i>Specific Objective</i>	Indicatore prestazioni di progetto <i>Project performance indicator</i>	Q_p Quantità di progetto Q_p Project Quantity	Q_{p0} Quantità di progetto ottimizzata Q_{p0} Optimised project quantity	Q_r Quantità di riferimento Q_r Reference quantities	Modalità di valutazione <i>Evaluation mode</i>
Ridurre i cambiamenti climatici emissioni di gas serra <i>Reduce climate change and greenhouse gas emissions</i>	Riduzione emissioni CO ₂ equivalente per ottimizzazione fase di costruzione <i>Reduction of CO₂ emissions equivalent for the optimisation of the construction phase</i>	Emissione CO ₂ prodotte CO_2 emissions produced	Emissioni CO ₂ evitate CO_2 emissions produced	Target Pacchetto fissata da "Clima-Energia" <i>Target "Climate-Energy" Package</i>	$(Q_{p0}/Q_p)/Q_r$

L'opera ferroviaria diventa un'opportunità per ridurre la produzione di rifiuti, per cui sono stati individuati indicatori che privilegiano il recupero degli stessi.

L'opera ferroviaria diventa un'opportunità per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra, per cui sono stati definiti indicatori per quantificare le emissioni che possono essere evitate in fase di costruzione adottando ad esempio soluzioni tecniche e materiali più sostenibili. Infatti, attraverso la metodologia sviluppata da Italferr per la misura dell'"impronta climatica", per la quale è stata conseguita la certificazione di conformità alla norma ISO 14064-1), è possibile misurare le emissioni di CO₂ durante le fasi progettazione e realizzazione delle opere, evidenziando anche la possibilità di mettere in atto delle azioni per ridurre o evitare tali emissioni.

5. Conclusioni

Italferr, in collaborazione con l'Istituto IRIDE, ha sviluppato una nuova metodologia per la valutazione della sostenibilità ambientale delle infrastrutture ferroviarie già in fase di progettazione, finalizzata ad integrare la sostenibilità ambientale nella progettazione di un'infrastruttura ferroviaria.

La ricerca sviluppata fornisce uno strumento per determinare la sostenibilità ambientale, economica e sociale dell'iniziativa progettuale, dando al progettista gli elementi utili a migliorare le caratteristiche dell'intervento attraverso un processo di *feed-back* continuo volto a perfezionare la soluzione di progetto. Esso consente peraltro di migliorare l'interazione con il territorio interessato dal progetto, promuovendo un processo di condivisione dell'iniziativa progettuale per focalizzare in ogni territorio e contesto ambientale, a secondo della sensibilità dei soggetti portatori di interesse, le esigenze locali. Inoltre, lo

The railway project becomes an opportunity to utilise environmental resources sustainably, for which indicators were included promoting the reuse of excavation waste and the collection of "local" materials (*materials at 0 km*) for the purpose of a reduction in the amount of materials to procure and a reduction of interference with traffic.

The railway project becomes an opportunity to reduce waste generation, for which indicators encouraging the recovery thereof were identified.

The railway project becomes an opportunity to reduce greenhouse gas emissions, for which indicators were identified to quantify the emissions that can be avoided during the construction stage by adopting for example more sustainable materials and technical solutions. In fact, through the methodology developed by Italferr for the measurement of the "climate footprint", for which the certification of conformity to ISO 14064-1 was achieved, the CO₂ emissions during the planning phase and the construction works can be measured, highlighting the possibility of implementing actions to reduce or avoid these emissions.

5. Conclusions

Italferr, in collaboration with the IRIDE Institute, has developed a new methodology for assessing the environmental sustainability of the railway infrastructure already in the planning phase, aimed at integrating environmental sustainability in the railway infrastructure planning.

The research developed provides a tool to determine the environmental, economic and social sustainability of the planning initiative, giving the designer useful elements to improve the characteristics of the project through a continuous *feedback* process aimed at refining the project solution. Moreover, it allows to improve the interaction with the territory concerned by the project, promoting a shared process of the project initiative to focus in each territory and environment, depending on the sensitivity of the stakeholders and of

studio vuole contribuire al dibattito disciplinare in materia di V.I.A., ponendo l'esperienza delle Ferrovie come riferimento nella rivisitazione delle Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale di cui al DPCM 27.12.1988.

Lo studio si configura come ricerca di un equilibrio tra i principi enunciati dalla normativa più recente (Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 e Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207) e le esigenze progettuali per pervenire alla reale integrazione dell'opera con il contesto territoriale di riferimento.

local needs. In addition, the study wants to contribute to the disciplinary debate regarding the EIA, placing the experience of the Ferrovie as a reference in the revision of the Technical Standards for the drafting of the environmental impact studies referred to in D.P.C.M. 27.12.1988.

The study is a research of a balance between the principles laid out by the latest legislation (Legislative Decree N. 4 of January 16, 2008 and the Decree of the President of the Republic, n. 207 of October 5, 2010) and the design requirements for achieving the project's real integration with the territorial context.

RIFERIMENTI NORMATIVI – ACCORDING TO LAW

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 Dicembre 1988 *“Norme Tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale”*.
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”*.
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»”*.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] Rapporto Brundtland – Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED), 1987.
- [2] Programma d'azione Agenda 21 – Conferenza ONU su Ambiente e Sviluppo (Rio de Janeiro), 1992.
- [3] Protocollo di Kyoto – Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (Kyoto), 1997.
- [4] I 10 criteri di sostenibilità del Manuale UE, 1998.
- [5] VI Piano d'Azione Ambientale UE 2002/2010 – Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale e al Comitato delle Regioni (Bruxelles), 2001.
- [6] Strategia d'azione Ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia – Deliberazione n. 57/2002 – Comitato interministeriale per la programmazione economica, 2002.
- [7] Aalborg Commitments – IV Conferenza Europea delle Città Sostenibili (Aalborg), 2004.
- [8] Nuova strategia europea per lo sviluppo sostenibile – Consiglio Europeo (Bruxelles), 2006.
- [9] Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni intitolata *“Integrare lo sviluppo sostenibile nelle politiche dell'UE: riesame 2009 della strategia dell'Unione europea per lo sviluppo sostenibile”* (Bruxelles), 2009.
- [10] La Sostenibilità Ambientale nei progetti di infrastrutture ferroviarie – Maggio 2011, ARACNE editrice S.r.l.