

# La valutazione del carico di lavoro delle postazioni di Dirigente Centrale Operativo

## *Evaluation of the workload of the Train Dispatcher*

Dott. Ing. Cristina BONICA<sup>(\*)</sup>  
Dott. Ing. Valerio GIOVINE<sup>(\*\*)</sup>

**Sommario** - La nota illustra lo sviluppo di un metodo per quantificare il carico di lavoro dei Dirigenti Centrali Operativi (DCO), al fine di garantire un'equa assegnazione delle attività sulla base di criteri di organizzazione omogenei.

Il metodo proposto, basato sull'analisi multicriterio, tiene conto di tutti gli aspetti che concorrono all'individuazione del carico di lavoro del DCO e del peso di ciascuno di essi. Questo sistema permette di confrontare il carico di lavoro di diverse postazioni DCO e di stabilire nell'ambito di una stessa postazione una differenziazione per turni di lavoro.

Il metodo è stato applicato al Centro Coordinamento Circolazione (CCC) di Bologna, e i risultati sono allineati a quelli empirici che hanno determinato le esigenze di personale adottate attualmente, a conferma della sua efficacia. Il metodo rappresenta quindi un utile strumento attraverso il quale valutare in modo strutturato tutte le postazioni del CCC al fine di una suddivisione omogenea dei carichi di lavoro.

### 1. Introduzione

In base all'impostazione stabilita nell'ambito della Unione Europea, la circolazione dei treni costituisce il prodotto del Gestore dell'infrastruttura, che deve offrire alle diverse Imprese ferroviarie l'accesso alla rete – assicurandone anche la manutenzione e l'adeguamento tecnologico – e la circolazione in sicurezza [1].

La circolazione è progettata mediante le tracce orario, definite in Italia dal DLgs 112 del 15 luglio 2015 (Attuazione della direttiva 2012/34/UE del Parlamento europeo e del Consiglio) come "la frazione di capacità dell'infra-

**Summary** - The paper shows the development of a method to quantify the workload of Control Room Train Dispatchers (DCO), in order to ensure fair allocation of activities based on homogeneous organizational criteria.

The proposed method, based on multicriteria analysis, takes into account all the aspects that affect the DCO workload and also the impact of each of them. It allows both to compare the workload of different DCO workstations and to establish a work shift differentiation within the same DCO workstation.

The method was applied to the Bologna Circulation Coordination Center (CCC), and the results are aligned to the empirical ones that have determined the staff needs currently adopted, confirming its effectiveness. The method is therefore a useful tool to evaluate, in a standard way, all the workstations of the CCC in order to ensure a homogeneous distribution of workloads.

### 1. Introduction

According to legislation adopted by the European Union, the train circulation constitutes the product of the infrastructure manager, which has to offer access to the network - ensuring also the maintenance and the technological adjustment - and safe movement to the various railway undertakings [1].

The circulation is designed by the time paths, defined in Italy by Legislative Decree 112 of July 15, 2015 (Implementation of Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council) as "a fraction of the infrastructure capacity needed to make a train travel between two locations in a given time period", that constitute the basis of the services included in the toll sold to railway companies.

<sup>(\*)</sup> Servizi per la Circolazione di Direzione Produzione – Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.

<sup>(\*\*) Responsabile Servizi per la Circolazione di Direzione Produzione – Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.</sup>

<sup>(\*)</sup> Servizi per la Circolazione di Direzione Produzione – Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.

<sup>(\*\*) Responsabile Servizi per la Circolazione di Direzione Produzione – Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.</sup>

struttura necessaria per far viaggiare un treno tra due località in un determinato periodo temporale", che costituiscono la base dei servizi ricompresi nel pedaggio vendibili alle Imprese ferroviarie.

La circolazione si realizza gestendo le tracce attraverso il processo di comando e controllo degli enti dell'infrastruttura che garantiscono l'utilizzo dei binari in sicurezza da parte dei treni [2]. In Italia il comando e il controllo degli enti dell'infrastruttura, quindi la gestione della circolazione, viene affidata ai Regolatori della Circolazione, così definiti dal Regolamento della Circolazione Ferroviaria (RCF) emanato con Decreto dell'ANSF del 9 agosto 2012.

In base a questi principi possiamo affermare che i Regolatori della Circolazione devono seguire la logica della sicurezza riportata nelle normative fornite dall'ANSF e nelle procedure del Gestore dell'infrastruttura per realizzare la circolazione in sicurezza. Allo stesso tempo devono adottare i criteri di tipo economico, racchiusi nelle indicazioni di priorità tra treni fornite dalla Strutture commerciali, per assicurare le condizioni eque, non discriminatorie e trasparenti di accesso alla infrastruttura ferroviaria, come indicato nella direttiva UE.

Questi vincoli potrebbero far ritenere che il ruolo dei Regolatori della Circolazione si configuri come attività puramente esecutiva, senza alcuna forma di discrezionalità o di autonomia. In realtà i Regolatori della Circolazione devono trovare la soluzione più idonea, concettualmente ottimizzata, nel minor tempo possibile. A questo va aggiunto che, in base alla tipologia di apparato con cui si governano gli enti dell'infrastruttura, l'operatività del Regolatore della Circolazione può essere anche estesa con la gestione di più impianti o di una intera linea ferroviaria, nonché con una componente di coordinamento.

Infatti il Regolatore della Circolazione assume una diversa connotazione secondo la posizione dell'impianto che governa e in particolare si definisce:

- Dirigente Movimento (DM), quando opera tramite un apparato nell'impianto
- Dirigente Centrale Operativo (DCO), quando opera tramite telecomando o comando remoto sicuro su uno o più impianti, talvolta integrati tra loro.

Prima dell'evoluzione tecnologica degli apparati di gestione della circolazione, il ruolo del DM era sostanzialmente organizzativo e di coordinamento delle attività svolte in stazione. Il termine stesso "Dirigente" ne esplicitava la natura (pur non appartenente all'inquadramento giuridico dirigenziale), in quanto le sue azioni di governo avvenivano attraverso il comando e il controllo di persone che operavano sul singolo ente dell'infrastruttura presente nella stazione. Oggi, anche dove gli apparati di stazione sono di tipo elettromeccanico (ACE o ACEI), il DM non coordina più risorse umane, pur mantenendo inalterate le sue funzioni.

La diffusione dei sistemi di telecomando degli apparati di stazione (CTC - Centralised Traffic Control) e la successiva evoluzione degli apparati centrali computerizzati,

*The circulation is carried out managing the paths through the process of command of the infrastructure entities that guarantee the use of the tracks in safety by the trains [2]. In Italy the command and the control of the infrastructure entities, therefore the management of the circulation, It is entrusted to the Train Dispatchers, as defined by the Regulation of the Railway Circulation (RCF) issued by decree of the Italian National Safety Authority (ANSF) of August 9, 2012.*

*According to these assumptions we can say that Train Dispatchers must follow the logic of the safety reported in the regulations provided by the ANSF and infrastructure manager procedures to achieve safe circulation. At the same time they must adopt the criteria of economic type, contained in the prescription about priorities between trains provided by commercial structures, to ensure fair, non-discriminatory and transparent conditions of access to railway infrastructure, as indicated in the EU directive.*

*These constraints might suggest that the role of Train Dispatcher is merely executive, without any discretion or autonomy. Actually he must find the most suitable and conceptually optimized solution in the shortest possible time. Moreover his activity could also include the management of multiple stations or an entire railway line, as well as a coordination role, depending on the type of device that operate the infrastructure entities.*

*Indeed the role of train dispatcher can have two different connotations depending on the position of the system that he governs:*

- *Station Train Dispatcher (DM), when operating through a device physically located in the station,*
- *Control Room Train Dispatcher (DCO), when remotely controls the apparatus of one or more stations and the lines delimited by them.*

*Before the technological evolution of the traffic management apparatus, the role of the DM was essentially to organize and coordinate station activities by controlling people operating on the single infrastructure entity into the station. Nowadays, even where the station equipment is electromechanical (ACE or ACEI), the DM continues to have the same functions although he does not coordinate more human resources.*

*The spread of Centralized Traffic Control systems (CTC) and the subsequent evolution of Centralized Computerized systems to remotely control the entities of one or more stations (ACC, ACCM) have led to the creation of DCO workstations within Control Rooms. The effect on the organization was a decrease in the number of jobs needed to ensure the safe movement of the trains, as the relay replaced the man. Circulation management has also become more and more direct and complete, as the ACCM integrates station security logic and line security logic (spacing).*

*The size of managed lines, as well as the amount of stations, derive from historical and technological settings for each DCO station, often linked to the complexity of struc-*

anche multistazione, di comando e controllo remoto degli impianti (ACC – Apparati Centrali Computerizzati e ACCM - Apparati Centrali Computerizzati Multistazione) ha determinato la creazione delle postazioni di DCO. L'effetto sull'organizzazione è stato una diminuzione di posti di lavoro, in quanto si è sostituito "l'uomo con il relè", e una gestione della circolazione sempre più diretta e completa, potendo integrare con gli ACCM le logiche di sicurezza di stazione e di linea (distanziamento).

Le dimensioni delle tratte gestite, così come la quantità degli impianti, sono derivate da impostazioni storiche e tecnologiche per ciascuna postazione di DCO, spesso connesse alla complessità delle strutture o alle relazioni di traffico.

Quando le dimensioni sono tali da richiedere un impegno significativo per gli operatori, si usa mettere un rinforzo raddoppiando o triplicando la quantità di DCO per turno per postazione. Ciò produce la necessità di differenziare l'affidamento delle attività a ciascun operatore (separazione orizzontale o per ruoli) o di frazionare le aree di competenza (separazione verticale).

La valutazione del carico di lavoro delle postazioni di DCO è pertanto essenziale per definire una organizzazione adeguata alle necessità e basata su criteri di efficacia, efficienza economica ed equità lavorativa.

Si è quindi cercato un metodo, applicabile in generale a qualsiasi Gestore dell'infrastruttura, per valutare in modo oggettivo i carichi di lavoro delle postazioni DCO.

## 2. Il metodo di valutazione

La necessità di quantificare il carico di lavoro di una postazione DCO deriva dalla volontà di garantire un'equa assegnazione delle attività agli operatori sulla base di criteri di organizzazione omogenei.

Negli ultimi anni si sono studiate alcune tecniche di valutazione, basate sul calcolo di indici numerici che tengono conto degli elementi che più influiscono sull'impegno di un operatore DCO. La difficoltà rilevata consiste nello scegliere elementi facilmente quantificabili da inserire all'interno di un unico algoritmo, che siano tra loro non dipendenti. Infatti l'uso di variabili tra loro dipendenti non permette di definire una funzione di valutazione che sia formalmente corretta. Di conseguenza non si riesce a tener conto di tutti gli elementi che, seppur con modalità e pesi differenti, incidono sul lavoro del DCO, essendo tra loro correlati e inoltre spesso rappresentati con differenti unità di misura. Ci si riduce pertanto a considerare come elementi influenti solo i volumi di traffico e la durata delle interruzioni, rendendo l'algoritmo di calcolo semplice, ma non sufficientemente completo per rappresentare gli effettivi impegni lavorativi del DCO, producendo risultati poco affidabili o significativi.

In relazione a queste considerazioni si è deciso di trovare un diverso metodo che tenga conto di tutti gli aspetti

*tures or traffic relations. When the jurisdiction is so large that it requires significant operator labor, it is possible to double or triple the amount of DCO per shift per workstation. This creates the need to differentiate the assignment of activities to each operator (horizontal separation) or to split the competence areas (vertical separation).*

*The assessment of the workload of the DCO workstations is therefore essential in order to define an organization adapted to needs, it defined according to criteria of effectiveness, economic efficiency and work equity.*

*We have therefore sought a method, generally applicable to any Infrastructure Manager, to evaluate objectively DCO workload.*

### 2. The evaluation method

*The choice to quantify the workload of a DCO job station is due to the need to ensure fair allocation of activities to operators based on homogeneous organizational criteria.*

*In recent years some valuation techniques have been studied, based on the calculation of numeric indexes that take into account the factors that most affect the commitment of a DCO.*

*However, it is difficult to choose easily quantifiable and independent factors to be inserted within a single algorithm. Indeed the use of dependent variables does not allow defining a formally correct function. Consequently, it is not possible to take into account all the factors that affect the work of the DCO, with different modes and weights, as they are interrelated and often represented with different units. Therefore, only the traffic volumes and the duration of the interruptions can be considered as influencing elements, making the calculation algorithm simple, but not sufficiently complete to represent the actual work commitments of the DCO, producing unreliable or statistically not significant results.*

*In the light of these considerations, we have decided to find a different easy-to-use method that takes into account all the aspects that affect the DCO's workload, also quantifying the impact they have on the organization and the result.*

*We chose an evaluation system based on multicriteria analysis, which allows both to compare the workload of different DCO workstations and to establish a work shift differentiation within the same DCO workstation.*

*Multicriteria analysis is a comparative analysis technique, created to make choices between alternatives, in the presence of non-summable elements. This technique has been formalized in various methods, defined in relation to the various specificities, to determine a scale of priorities between significant economic, social and environmental plans or investment projects [3], [4], [5].*

*Unlike the cost-benefit analysis, based on an assessment of convenience according to a cost criterion, the multicriteria analysis guides and rationalizes the choice by op-*

che concorrono alla individuazione del carico di lavoro del DCO, anche in termini di impatto con cui incidono sull'organizzazione e sul risultato, e che sia allo stesso tempo di facile applicazione.

Si è quindi pensato di utilizzare un sistema di valutazione basato sull'analisi multicriteria, che permetta di confrontare il carico di lavoro di diverse postazioni DCO e di stabilire nell'ambito di una stessa postazione anche una differenziazione per turni di lavoro.

L'analisi multicriteria è una tecnica di analisi comparata di fattori, creata per effettuare scelte tra alternative, in presenza di elementi non sommabili tra loro. Tale tecnica è stata formalizzata in diversi metodi, definiti in relazione alle varie specificità, per determinare una scala di priorità rispetto a piani o progetti di investimento con impatto economico, sociale e ambientale [3], [4], [5].

A differenza dell'analisi benefici-costi, basata su una valutazione di convenienza in funzione di un criterio di costo, l'analisi multicriteria guida e razionalizza la scelta attraverso l'ottimizzazione di un vettore di più criteri, pesati secondo il loro impatto sul processo.

L'analisi multicriteria è basata su un confronto adimensionale delle alternative in modo da ordinarle e classificarle secondo un giudizio complessivo in funzione di più criteri di riferimento. Operativamente si realizza attraverso la costruzione di una matrice in cui viene riportato il valore di ogni criterio, espresso nella propria unità di misura, per ogni alternativa. Correlando tale matrice con il vettore dei pesi attribuiti a ogni criterio si ricava la graduatoria delle alternative [6], [7].

## 2.1. Descrizione del metodo adottato

### Fase 1: individuazione dei criteri

La prima fase consiste nel selezionare gli elementi che determinano l'impegno lavorativo di un operatore DCO durante il suo turno di lavoro, per adottarli come criteri.

Tra gli elementi più significativi si indicano ad esempio:

- l'estensione della tratta di cui viene gestita la circolazione e le sue caratteristiche strutturali (a semplice o a doppio binario);
- la quantità di località comandate (stazioni e posti in telecomando o comando remoto) e le loro caratteristiche di esercizio;
- la tecnologia dei sistemi di comando e controllo della postazione;
- la frazione di capacità della tratta impegnata da treni e la frazione indisponibile per manutenzione e per anormalità;
- la struttura dell'orario programmato (omotachico e eterotachico);

timizing a vector of several criteria, weighted according to their impact on the process.

The multi-criteria analysis is based on a dimensionless comparison of alternatives in order to sort and classify them according to an overall judgment based on several reference criteria. Operatively, it is accomplished through the construction of an array in which the value of each criterion, expressed in its unit, is reported for each alternative. The ranking of the alternatives is obtained by comparing this matrix with the weight vector attributed to each criterion [6], [7].

### 2.1. Method description

#### Step 1: identification of the criteria

The first step consists in selecting the factors that determine the workload of a DCO operator during his work shift, to adopt them as criteria.

The most significant factors are:

- the length of the railway line and its structural characteristics (single or double track);
- the amount of stations managed through remote control and their operating characteristics;
- the command and control system technology;
- the part of line capacity already exploited by trains and its fraction which is unavailable because of maintenance work and unexpected events;
- the timetable structure;
- the amount of time spent by the trains along the line.

It is evident that these factors have a different impact on the operator's work and a numerical representation with completely different units. Therefore, their identification as criteria must be appropriately evaluated.

#### Step 2: characterization of DCO stations

The second step consists in collecting, for each DCO station, the characteristics and information to obtain the representative values of the criteria.

It is necessary to know the structural, technological and commercial characteristics for each reference period. Then we proceed to calculate the average values for each criterion for that period. This means enhancing the criteria so that they can represent the complexity of the workstations.

The criteria must be referred to each DCO workstation, differentiating the relative values for work shifts.

#### Step 3: definition of the Judgments Matrix

The first processing consists in the definition of the Matrix of Judgments, which has the evaluation criteria as rows and the DCO stations as columns. The values calcu-

- il tempo di impegno del traffico sulla tratta (somma dei tempi di permanenza dei treni nella tratta).

È evidente che gli elementi hanno una diversa incidenza sul lavoro dell'operatore e una rappresentazione numerica con unità di misura completamente differenti, per cui la loro individuazione come criteri deve essere opportunamente valutata.

## Fase 2: caratterizzazione delle postazioni DCO

La seconda fase si concretizza nell'inquadrare il contesto, raccogliendo per ciascuna postazione DCO le caratteristiche e le informazioni da cui desumere i valori rappresentativi degli elementi individuati come criteri.

È necessario conoscere le caratteristiche strutturali, tecnologiche e commerciali, per ciascun periodo di riferimento e successivamente vanno calcolati i valori medi per ciascun criterio. Ciò significa valorizzare i criteri in modo che possano rappresentare la complessità e l'impegno delle postazioni.

I criteri vanno riferiti a ciascuna postazione DCO, differenziando i valori relativi per turni di lavoro.

## Fase 3: definizione della Matrice dei Giudizi

La prima elaborazione avviene con la definizione della Matrice dei Giudizi, matrice che ha come righe i criteri di valutazione e come colonne le postazioni DCO, in cui vanno riportati i valori calcolati convertiti in punteggi letterali, indicata a titolo di esempio in Tabella 1.

Il punteggio  $p_{ij}$  può assumere il valore A se il criterio i non è critico per la postazione j, C se il criterio i è particolarmente gravoso per la postazione j, B se è una situazione intermedia. L'attribuzione dei punteggi va fatta sulla base del confronto con degli intervalli numerici, indicati a titolo di esempio in Tabella 2, opportunamente definiti per fornire un unico metro di giudizio nella valutazione delle diverse postazioni.

## Fase 4: costruzione della Matrice dei Pesi

Per quantificare l'importanza di ciascun criterio va quindi elaborata la Matrice dei Pesi, riportata ad esempio in Tabella 3.

È una matrice quadrata che ha sia sulle righe che sulle colonne i criteri di valutazione. Ogni elemento della matrice è il risultato di un confronto tra il criterio riga e il criterio colonna, esplicitato sotto forma di numero -1, 0 o 1 in base alla seguente procedura:

- 1 qualora si sia ritenuto che il criterio riportato sulla riga incida più del criterio riportato sulla colonna;

Tabella 1 – Table 1

Matrice dei giudizi  
Judgements matrix

		Postazione <sub>j</sub> Workstation <sub>j</sub> (j=1, 2...n)				
TURNO x SHIFT x	Criterio <sub>i</sub> Criterion <sub>i</sub> (i=a, b...m)	Unità misura Unit of measure	1	2	...	n
	a	[u <sub>a</sub> ]	p <sub>a,1</sub>	p <sub>a,2</sub>	...	p <sub>a,n</sub>
	b	[u <sub>b</sub> ]	p <sub>b,1</sub>	p <sub>b,2</sub>	...	p <sub>b,n</sub>
	...	...	...	...	...	...
	m	[u <sub>m</sub> ]	p <sub>m,1</sub>	p <sub>m,2</sub>	...	p <sub>m,n</sub>

lated in the previous step are converted into literal judgements and shown in the matrix as indicated, by way of example, in Table 1.

The score  $p_{ij}$  assumes value "A" if the condition is not critical for the j DCO workstation, "C" if that condition is particularly difficult to manage for the j workstation, B if it is an intermediate situation. Score are assigned by the comparison with numeric intervals, shown as an example in Table 2, appropriately defined to provide a single standard in the evaluation of the different DCO workstations.

## Step 4: costruzione della Weight Matrix

In order to quantify the importance of each criterion, the Weight Matrix, as shown in Table 3, is defined.

It is a square matrix, which has evaluation criteria both on the rows and on the columns. Each element of the array is the result of a comparison between the row criterion and the column criterion, specified as a number -1, 0 or 1 according to the following procedure:

- 1 if it is considered that the criterion shown on the line affects more than the criterion shown on the column;
- 0 if it is considered that the two compared criteria have the same importance;
- 1 if it is considered that the criterion shown on the line affects less than the criterion shown on the column.

Tabella 2 – Table 2

Intervalli numerici dei punteggi per i diversi criteri  
Numerical ranges of scores for different criteria

		Intervalli di attribuzione punteggi Ranges of scores		
Criterio <sub>i</sub> Criterion <sub>i</sub> (i=a, b...m)		A	B	C
	a	i <sub>aA</sub>	i <sub>aB</sub>	i <sub>aC</sub>
	b	i <sub>bA</sub>	i <sub>bB</sub>	i <sub>bC</sub>
	...	...	...	...
	m	i <sub>mA</sub>	i <sub>mB</sub>	i <sub>mC</sub>

- 0 qualora si sia ritenuto che i due criteri a confronto abbiano la stessa importanza;
- 1 qualora si sia ritenuto che il criterio riportato sulla riga incida meno del criterio riportato sulla colonna.

Partendo da questa matrice va calcolato il peso di ogni criterio, con il seguente procedimento:

- ad ogni criterio è attribuito un punteggio numerico dato dalla somma degli elementi della riga corrispondente al criterio;
- ciascun punteggio è incrementato di una quantità pari al minor numero che consente di ottenere tutti punteggi positivi;
- ogni punteggio è diviso per la somma di tutti i punteggi e moltiplicato per 100.

Il risultato così ottenuto è il peso percentuale dei singoli criteri, la cui somma corrisponde ovviamente al 100% (Tabella 4).

Questa parametrizzazione permette di stilare una classifica dei criteri in ordine di incidenza rispetto al carico di lavoro della postazione DCO.

#### Fase 5: elaborazione della Matrice di Confronto

Si procede poi alla elaborazione della Matrice di Confronto, riportata come esempio in Tabella 5, ottenuta dalla conversione dei punteggi letterali della matrice dei giudizi (Tabella 1) in valori numerici, ad esempio A=1, B=2, C=3. Prendendo singolarmente ogni colonna, corrispondente a una delle postazioni oggetto di studio, si calcola un punteggio dato dalla somma degli elementi della colonna pesata rispetto ai pesi dei criteri riportati nella prima colonna.

In base alla modalità di costruzione della matrice, maggiore è il punteggio associato ad una postazione maggiore è l'impegno dell'operatore nel gestirla.

La matrice di confronto va costruita per ciascun turno di lavoro, in quanto le condizioni possono essere variabili per ogni turno.

#### Fase 6: confronto dei risultati

L'ultima fase di applicazione del metodo consiste nella comparazione tra i punteggi risultanti dalle matrici di confronto. Per l'analisi multicriterio ciascun punteggio non ha un valore in senso assoluto, ma assume valore relativo nel confronto con gli altri punteggi. I risultati complessivi di questa analisi danno infatti la possibilità di individuare le postazioni più impegnative nell'ambito di uno stesso turno di lavoro, così come il turno di lavoro più gravoso per ciascuna postazione.

### 3. L'inquadramento organizzativo dei DCO

Attualmente in Rete Ferroviaria Italiana tutti i Regolatori della Circolazione sono compresi nel settore della

Tabella 3 – Table 3  
Matrice dei pesi relativi  
Weight Matrix

		Criterio, Criterion <sub>i</sub> (i=a, b...m)			
		a	b	...	m
Criterio <sub>i</sub> Criterion <sub>i</sub> (i=a, b...m)	a	c <sub>aa</sub>	c <sub>ab</sub>	...	c <sub>am</sub>
	b	c <sub>ba</sub>	c <sub>bb</sub>	...	c <sub>bm</sub>
	...	...	...	...	...
	m	c <sub>ma</sub>	c <sub>mb</sub>	...	c <sub>mm</sub>

Starting from this matrix, the weight of each criterion is calculated by the following procedure:

- each criterion is associated with a numeric score, which is the sum of the elements of the line corresponding to the criterion;
- each score is increased by an amount equal to the smallest number that allows to obtain all positive scores;
- each score is divided by the sum of all scores and multiplied by 100.

The result obtained is the percentage weight of each criterion, the sum of which obviously corresponds to 100% (Table 4).

This parameterization makes it possible to draw up a ranking of the criteria in order of impact with respect to the workload of the DCO workstation.

#### Step 5: definition of Comparison Matrix

The next step is the definition of the Comparison Matrix, shown in Table 5. This is obtained by converting the literal scores of the Judgment Matrix (Table 1) into numerical values, for example A = 1, B = 2, C = 3. Taking individually each column corresponding to one of the stations under study, we calculated a score, which is the sum of the elements of the column, weighted according to the weights of the criteria listed in the first column.

Tabella 4 – Table 4  
Pesi dei singoli criteri  
Weights of the individual criteria

Criterio <sub>i</sub> Criterion <sub>i</sub> (i=a,b...m)	Punti Score	Punti +X Score+X	Peso W <sub>i</sub> [%] Weight W <sub>i</sub> [%]
a	P <sub>a</sub>	P <sub>a</sub> +X	100*(P <sub>a</sub> +X)/Σ(P <sub>i</sub> +X)
b	P <sub>b</sub>	P <sub>b</sub> +X	100*(P <sub>b</sub> +X)/Σ(P <sub>i</sub> +X)
...	...	...	...
m	P <sub>m</sub>	P <sub>m</sub> +X	100*(P <sub>m</sub> +X)/Σ(P <sub>i</sub> +X)
		Σ(P <sub>i</sub> +X)	100* Σ(P <sub>i</sub> +X)/Σ(P <sub>i</sub> +X)

produzione (Direzione Produzione) insieme alle figure di coordinamento della circolazione (Dirigenti Centrali Coordinatori Movimento, ...).

Le postazioni di DCO sono organizzativamente posizionate nei 14 Centri Coordinamento Circolazione (CCC), dove vengono svolte le funzioni di coordinamento, comando e controllo della circolazione dell'area geografica di giurisdizione. I CCC sono fisicamente ubicati all'interno degli ambienti delle Sale Operative territoriali, dove sono presenti anche le Strutture di coordinamento della manutenzione dell'infrastruttura (sempre di Direzione Produzione) e le Strutture commerciali di programmazione (di Direzione Commerciale ed Esercizio Rete). In alcune Sale sono ubicate anche le postazioni di interfaccia operativa delle Imprese ferroviarie [8].

La logica delle Sale Operative è quella di avere un ambiente di contestualizzazione delle informazioni e delle scelte operative in modo da integrare le attività di:

- gestione della circolazione;
- gestione dell'informazione al pubblico;
- controllo della produzione;
- attuazione e monitoraggio degli interventi di emergenza;
- diagnostica dello stato dell'infrastruttura.

Oltre ai 14 CCC, con sede nei nodi strategici di Genova, Torino, Milano, Verona, Venezia, Bologna, Firenze, Pisca, Roma, Napoli, Bari, Reggio Calabria, Palermo, Cagliari, sono ancora presenti postazioni DCO decentrate a Settimo Torinese, L'Aquila, Pescara, Avezzano, Avellino, Salerno Irno (Fig. 1).

Nei prossimi anni è programmata una riorganizzazione delle giurisdizioni che vedrà l'inglobamento delle attuali postazioni DCO decentrate all'interno dei CCC e una variazione di alcune giurisdizioni, anche con suddivisioni o accorpamenti di postazioni DCO.

Le postazioni di DCO sono differenti l'una dall'altra, in termini di ampiezza, di tipologia di traffico e di attrezzaggio tecnologico. Questa eterogeneità non rende possibile stabilire un unico standard funzionale che sia ottimale ai fini dell'organizzazione e della produttività.

Si è quindi deciso di applicare il metodo illustrato a tutte le postazioni DCO della rete e si è avviato il percorso di valutazione dei carichi di lavoro dalle postazioni DCO del CCC di Bologna. Il CCC di Bologna è stato di recente efficientato organizzativamente anche in accordo con le Organizzazioni Sindacali e quindi può rappresentare un punto di riferimento rispetto alla qualità del metodo e alla calibrazione dei fattori.

L'obiettivo finale è avere un quadro della situazione a livello nazionale per equilibrare i carichi di lavoro delle postazioni DCO e adeguare l'organizzazione secondo standard definiti in forma rigorosa e omogenea.

Tabella 5 – Table 5

Matrice di confronto  
Comparison matrix

		Postazione <sub>j</sub> Workstation <sub>j</sub> (j=1, 2...n)			
Criteria <sub>i</sub> Criterion <sub>i</sub> (i=a, b...m)	Peso Weight [%]	1	2	...	n
a	W <sub>a</sub>	V <sub>a,1</sub>	V <sub>a,2</sub>		V <sub>a,n</sub>
b	W <sub>b</sub>	V <sub>b,1</sub>	V <sub>b,2</sub>		V <sub>b,n</sub>
...	...	...	...		...
m	W <sub>m</sub>	V <sub>m,1</sub>	V <sub>m,2</sub>		V <sub>mn</sub>
<b>Punteggio Score</b>		<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	...	<b>S<sub>n</sub></b>

Depending on how the matrix is constructed, the higher is the score associated with a DCO workstation, the greater is the operator's commitment to manage it.

The comparison matrix must be defined for each work shift, as the conditions can be variable for each shift.

Step 6: comparison of results

The last step of the method consists in comparing the scores resulting from the comparison matrices. For multi-criteria analysis each score does not have a value in the absolute sense, but has a relative value in comparison with the other scores. The overall results of this analysis give the possibility to identify the most demanding positions within the same work shift, as well as the hardest work shift for each workstation.

### 3. The organizational structure of DCO operators

Currently in the Italian Railway Network all the Train Dispatchers are included in the production sector (Production Department) together with the figures that coordinate the circulation (Central Coordinating Executives of the Movement - DCCM).

The DCO stations are organized in the 14 Circulation Coordination Centers (CCC), where the functions of coordination, command and circulation control are carried out for the geographical area of jurisdiction. The CCC are physically located within the rooms of the Territorial Operating Rooms, where there are also the Structures for the coordination of Infrastructure Maintenance (within the competence of the Production Department) and the commercial planning Structures (which depend on the Sales and Operating Department). In some offices there are also the operating interface stations of the Railway Companies [8].

The logic of the Operating Rooms is to have a single environment to contextualize information and operational choices in order to integrate the activities of:

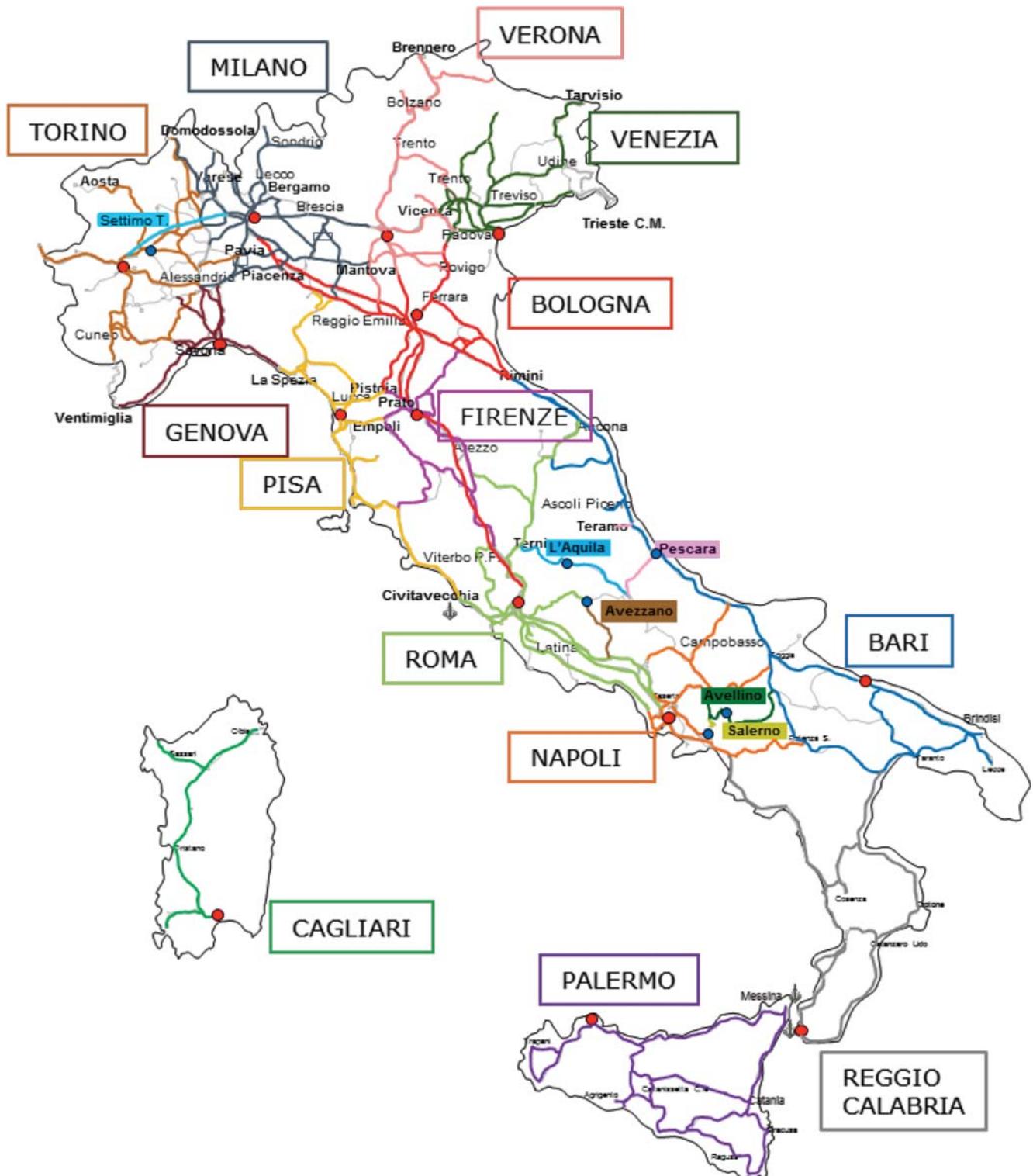


Fig. 1 - Le attuali giurisdizioni dei 14 Centri Coordinamento Circolazione e delle postazioni DCO decentralizzate.  
*Fig. 1 - The current jurisdictions of the 14 Circulation Coordination Centers and decentralized DCO stations.*

## 4. Applicazione al Centro Coordinamento Circolazione di Bologna

Il Posto Centrale di Bologna è articolato in due sale fisicamente distinte, la prima dedicata alla gestione delle linee tradizionali e della stazione di Bologna Centrale, l'altra dedicata alla gestione delle linee ad alta velocità, ricadenti nella sua giurisdizione. Entrambe le sale hanno un lay-out delle postazioni di lavoro tendenzialmente circolare, in modo da facilitare lo scambio di informazioni tra gli operatori.

La sala dedicata al traffico tradizionale, denominata Sala Esercizio Rete Regionale (SERR), la cui planimetria è riportata in Fig. 2, è suddivisa in due aree funzionali ben definite e tra loro separate: l'area dedicata alla gestione della circolazione (evidenziata in verde nella Fig. 2) e lo spazio dedicato alle Imprese ferroviarie del trasporto regionale (evidenziato in blu nella Fig. 2).

La Sala Esercizio Rete Alta Velocità (SERAV), la cui planimetria è riportata in Fig. 3, è suddivisa in tre aree funzionali: l'area dedicata alla gestione della circolazione (evidenziata in verde nella Fig. 3), la sala per la gestione delle emergenze (evidenziata in rosso nella Fig. 3) e l'area che ospita le postazioni degli operatori preposti alla ma-

- train circulation management;
- information to the public;
- production control;
- implementation and monitoring of emergency interventions;
- diagnostics of the state of the infrastructure.

*In addition to the 14 CCC, located in strategic hubs of Genoa, Turin, Milan, Verona, Venice, Bologna, Florence, Pisa, Rome, Naples, Bari, Reggio Calabria, Palermo, Cagliari, are still operative several decentralized DCO workstations in Settimo Torinese, L'Aquila, Pescara, Avezzano, Avellino, Salerno Irno (Fig. 1).*

*A reorganization of jurisdictions is planned in the coming years. The current decentralized DCO workstations will be incorporated into CCCs and there will be a variation of some jurisdictions, even with subdivisions or merging of DCO workstations.*

*The DCO workstations are different from each other, in terms of jurisdiction size, type of traffic and technological equipment. This heterogeneity does not make it possible to establish a single functional standard that is optimal for organization and productivity.*

*It has been decided to apply the illustrated method to all DCO workstations in the network and the process of evaluating workloads was started from the DCO workstations of the Bologna's CCC. The CCC of Bologna has recently been efficiently organized, also in agreement with the Trade Unions. This can therefore represent a point of reference with respect to the quality of the method and the calibration of the factors.*

*The final objective is to have a picture of the situation at national level to balance the workloads of the DCO workstations and to adapt the organization according to standards defined in a strict and homogeneous form.*

## 4. Application to the Bologna Circulation Coordination Center

*The CCC of Bologna is divided into two physically separate rooms, the first dedicated to the management of the traditional lines and the station of Bologna Centrale, the other dedicated to the management of high-speed lines, falling within its jurisdiction. Both rooms have a basically circular layout of work stations, in order to facilitate the exchange of information between operators.*

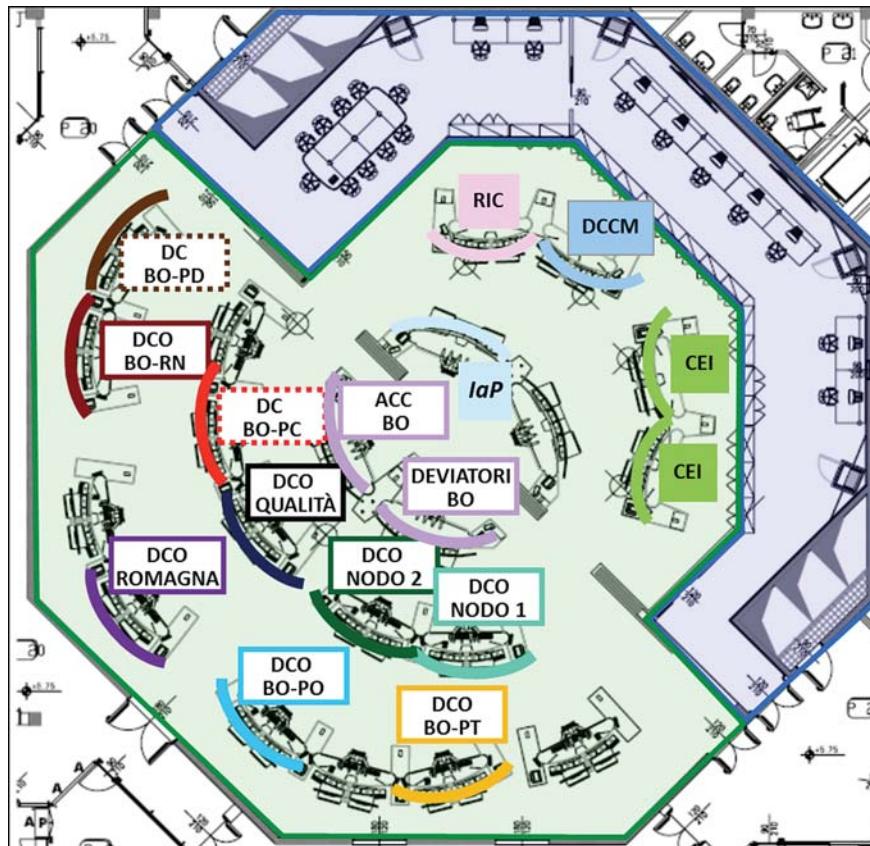


Fig. 2 - Sala Esercizio Rete Regionale.  
Fig. 2 - Regional Network Operating Room.

nutenzione degli impianti fissi per la circolazione sulla linea tradizionale e sulla linea AV (evidenziata in blu nella Fig. 3).

Il metodo illustrato si è applicato alle sole postazioni DCO per valutare il carico di lavoro degli operatori e analizzare l'organizzazione del lavoro.

Le postazioni DCO presenti nel CCC di Bologna sono otto e gestiscono le tratte come indicate nella Fig. 4.

Tra gli elementi che determinano l'impegno dell'operatore DCO durante il proprio turno di lavoro sono stati scelti come criteri:

- estensione della linea;
- numero di località;
- tempo di occupazione della linea moltiplicato per numero treni;
- tipo di tecnologia della linea;
- capacità della linea impegnata;
- numero stazioni di diramazione;
- numero stazioni di origine/termine/manovra;
- numero di interruzioni programmate e tecniche;
- durata delle interruzioni programmate e tecniche;
- numero di binari della linea;
- grado di eterotachia.

Volendo definire il carico di lavoro in condizioni standard, sono stati considerati tra i criteri solo gli elementi connessi alle attività programmate senza i tempi di attività legati alle anomalie, che peraltro meriterebbero uno specifico studio.

Per ciascuna postazione sono stati quindi valorizzati numericamente i criteri, compilando 3 matrici, una per ogni turno di lavoro. In Tabella 6 è riportata a titolo esemplificativo la matrice relativa al turno di lavoro del mattino.

I valori espressi nelle matrici sono stati convertiti in punteggi letterali coerentemente con gli intervalli definiti secondo la logica del metodo illustrato e riportati in Tabella 7.

Desiderando applicare il metodo a tutti i CCC, gli intervalli hanno estensioni tali da poter essere utilizzati ovunque, al fine di fornire un confronto alla pari tra le diverse realtà. La matrice dei giudizi contenente i punteggi letterali, derivata da quella dell'esempio, è riportata in Tabella 8.

La matrice dei pesi descritta nei paragrafi precedenti è ovviamente unica per tutti i turni di lavoro e per tutte le postazioni. In Tabella 9 si riporta la classifica in ordine di importanza dei criteri scelti.

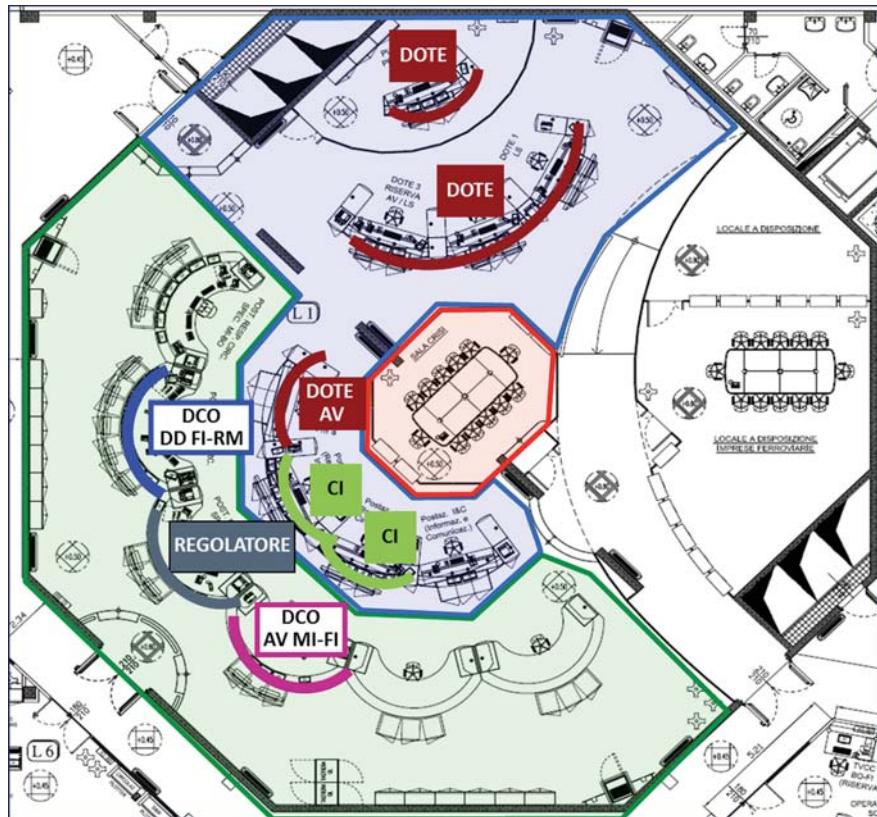


Fig. 3 - Sala Esercizio Rete Alta Velocità.  
Fig. 3 - High Speed Network Operating Room.

*The Control Room dedicated to the traditional traffic, called Regional Network Operating Room (SERR), whose layout is shown in Fig. 2, is divided into two well-defined functional areas and separated from each other. The area dedicated to traffic management is highlighted in green in the Fig. 2, while the space dedicated to railway undertakings of regional transport is highlighted in blue.*

*The High Speed Network Operating Room (SERAV), whose layout is shown in Fig. 3, is divided into three functional areas. The area dedicated to traffic management is highlighted in green in the Fig. 3, the room for emergency management is highlighted in red and the area with the workstations of the operators responsible for the infrastructure maintenance on the traditional line and on the high-speed line is highlighted in blue.*

*The method illustrated has been applied only to the DCO workstations, to evaluate the workload of the operators and to analyze the organization of the work.*

*There are eight DCO workstations in the Bologna CCC and they manage the sections, as shown in Fig. 4.*

*Among the elements that determine the DCO operator's commitment during their work shift, the following have been chosen as criteria:*

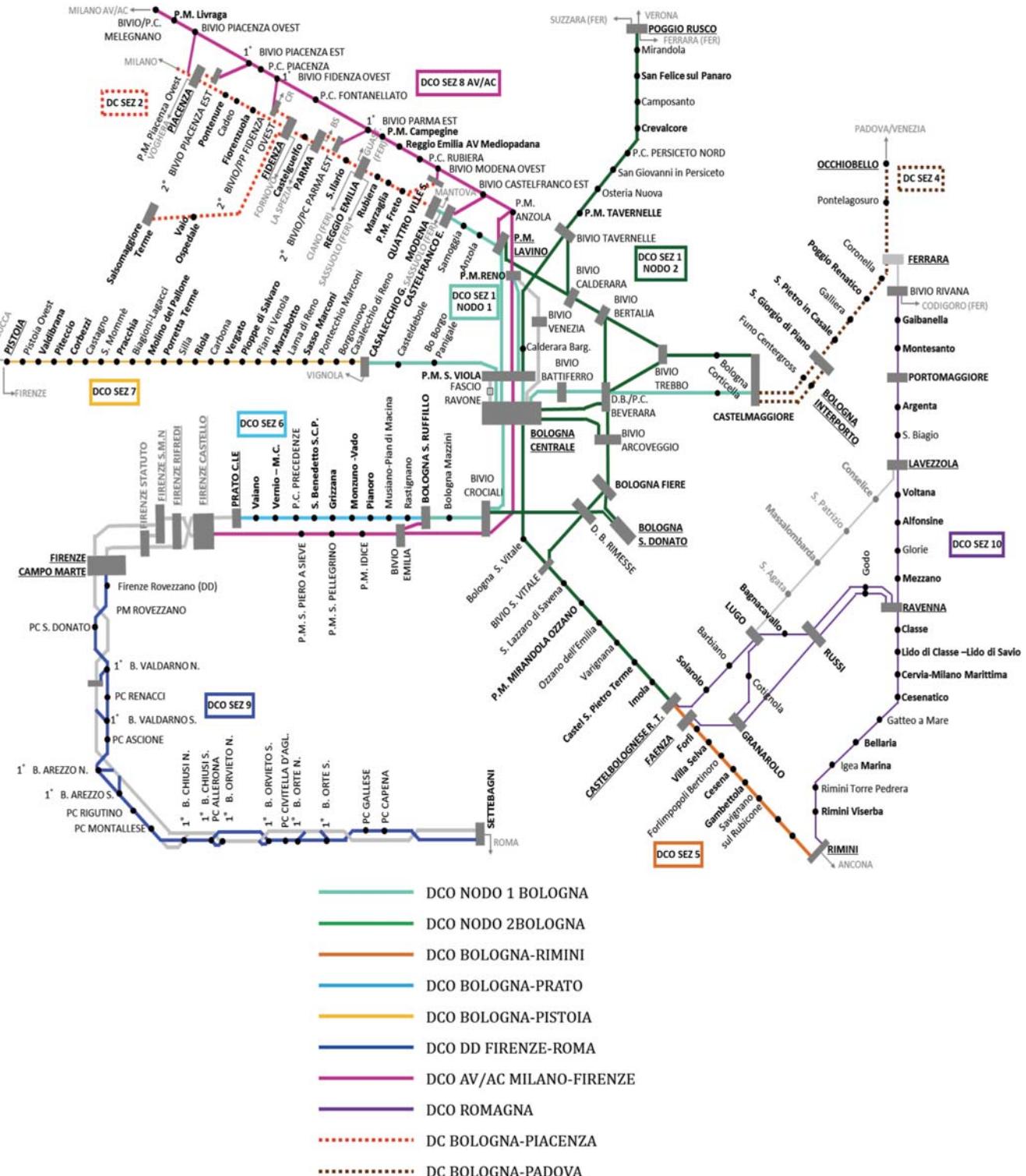


Fig. 4 - Giurisdizioni DCO di Bologna.  
Fig. 4 - DCO jurisdictions of Bologna CCC.

Tabella 6 – Table 6

Matrice dei criteri del turno mattino  
Matrix of the criteria of the morning shift

Turno mattina - Morning shift	Criterion	Unit. misura Unit of measure	Nodo 1 Bologna	Nodo 2 Bologna	Bologna-Rimini	Bologna-Prato	Bologna-Pistoia	DD Firenze-Roma	AV/AC Milano Firenze	Romagna
	Estensione linea Line extension	[km]	144	268	138	145	90	475	620	224
	Numero di località Number of locations	[-]	12	26	9	9	22	21	20	26
	N. di treni · tempo occupazione N. of trains · occupation time	[min]	3225	3685	1855	1379	1141	6263	4915	2181
	Tipo tecnologia Type of technology	[-]	CTC	CTC	SCC	CTC	SCCM	CTC	SCCM	CTC
	Capacità impegnata Allocated capacity	[%]	61	40	52	34	68	92	54	67
	Stazioni di diramazione Junction stations	[-]	6	10	1	0	0	11	4	4
	Stazioni di origine-termine-manovra Origin/ Term/ Shunting stations	[-]	0	3	2	2	2	0	0	2
	Numero di interruzioni Number of interruptions	[-]	1	3	1	3	1	1	0	3
	Minuti di interruzione Duration of interruption	[min]	20	256	46	90	46	131	0	176
	Numero di binari Number of rail tracks	[-]	2	2	2	2	1	2	2AV	1
	Grado di eterotachia Degree of traffic heterogeneity	[-]	Alto High	Alto High	Alto High	Medio Medium	Basso Low	Medio Medium	Basso Low	Medio Medium

La matrice di confronto si è ottenuta dalla conversione dei punteggi letterali in valori numerici, con A=1, B=2, C=3. Prendendo singolarmente ogni colonna, corrispondente ad una delle 8 postazioni DCO, si è calcolato un

- extension of the line;
- number of locations;
- occupation time multiplied by the number of trains;
- type of technology;
- allocated infrastructure capacity;
- number of junction stations;
- number of stations of origin / term / shunting;
- number of programmed and technical interruptions;
- duration of programmed and technical interruptions;
- number of rail tracks;
- degree of traffic heterogeneity.

Tabella 7 – Table 7

Intervalli numerici  
Numerical intervals

Criterion	Intervalli di attribuzione punteggi Ranges of scores					
	A		B		C	
a	<100		100-300		>300	
b	<15		15-25		>25	
c	<1000		1000-3000		>3000	
d	SCCM		SCC		CTC	
e	<25		25-50		>50	
f	<5		5-10		>10	
g	<2		2-3		>3	
h	<3		3-10		>10	
i	<100 DB	0 o >300 SB	100÷300 DB	100÷300 SB	>300 DB	<100 SB
l	2 (av)		2		1	
m	Basso Low		Medio Medium		Alto High	

With the objective of defining the workload under standard conditions, only the elements connected to the planned activities were considered as criteria. The times of activity linked to abnormalities, which however would merit a specific study, have not been considered.

Tabella 8 – Table 8

Matrice dei giudizi  
Matrix of judgements

Turno mattina - Morning shift	Criterion	Unit of measure	Nodo 1 Bologna	Nodo 2 Bologna	Bologna-Rimini	Bologna-Prato	Bologna-Pistoia	DD Firenze-Roma	AV/AC Milano Firenze	Romagna
	Estensione linea <i>Line extension</i>	[km]	B	B	B	B	A	C	C	B
	Numero di località <i>Number of locations</i>	[-]	A	C	A	A	B	B	B	C
	N. di treni · tempo occupazione <i>N. of trains · occupation time</i>	[min]	C	C	B	B	B	C	C	B
	Tipo tecnologia <i>Type of technology</i>	[-]	C	C	B	C	A	C	A	C
	Capacità impegnata <i>Allocated capacity</i>	[%]	C	B	C	B	C	C	C	C
	Stazioni di diramazione <i>Junction stations</i>	[-]	B	B	A	A	A	C	A	A
	Stazioni di origine-termine-manovra <i>Origin/ Term/ Shunting stations</i>	[-]	A	B	B	B	B	A	A	B
	Numero di interruzioni <i>Number of interruptions</i>	[-]	A	A	A	A	A	A	A	A
	Minuti di interruzione <i>Duration of interruption</i>	[min]	A	B	A	A	C	B	A	B

Tabella 9 – Table 9

Classifica dei criteri in ordine di incidenza  
*Ranking of criteria in order of impact*

#	Criterion	Weight
1°	N. di treni · tempo occupazione <i>N. of trains · occupation time</i>	17,4
2°	Capacità impegnata <i>Allocated capacity</i>	15,7
3°	Numero di interruzioni <i>Number of interruptions</i>	14,0
4°	Stazioni di origine-termine-manovra <i>Origin/ Term/ Shunting stations</i>	12,4
5°	Numero di binari <i>Number of rail tracks</i>	10,7
6°	Grado di eterotachia <i>Degree of traffic heterogeneity</i>	9,1
7°	Stazioni di diramazione <i>Junction stations</i>	7,4
8°	Minuti di interruzione <i>Duration of interruption</i>	5,8
9°	Tipo di tecnologia <i>Type of technology</i>	4,1
10°	Numero di località <i>Number of locations</i>	2,5
11°	Estensione linea <i>Line extension</i>	0,8

For each DCO station the criteria were numerically expressed, by filling out 3 arrays, one for each work shift. Table 6 shows as example the matrix relating to the morning work shift.

The values expressed in the arrays have been converted into literal scores, coherently with the intervals defined according to the logic of the illustrated method, which are shown in Table 7.

Applying the method to all CCCs, the ranges have extensions that can be used anywhere, in order to provide an equal comparison between the different realities. The matrix of judgments containing the literal scores, derived from that of the example, is shown in Table 8.

The weight matrix described in the previous paragraphs is obviously unique for all work shifts and for all workstations. Table 9 shows the ranking in order of importance of the chosen criteria.

The comparison matrix was obtained from the conversion of literal scores into numerical values, with  $A = 1$ ,  $B = 2$ ,  $C = 3$ . By taking each column corresponding to one of the 8 DCO workstations individually, a score has been calculated as the sum of the column elements, weighed against the weights of the criteria shown on the lines. As already illustrated, the higher is the score associated with a workstation, the greater is the operator commitment to manage it.

Tabella 10 – Table 10

Matrice di confronto  
Comparison matrix

	Criterio Criterion	Un. misura Unit of measure	Nodo 1 Bologna	Nodo 2 Bologna	Bologna- Rimini	Bologna- Prato	Bologna- Pistoia	DD Firenze- Roma	AV/AC Milano Firenze	Romagna
Turno mattina - Morning shift	Estensione linea <i>Line extension</i>	0,8	2	2	2	2	1	3	3	2
	Numero di località <i>Number of locations</i>	2,5	1	3	1	1	2	2	2	3
	N. di treni · tempo occupazione <i>N. of trains · occupation time</i>	17,4	3	3	2	2	2	3	3	2
	Tipo tecnologia <i>Type of technology</i>	4,1	3	3	2	3	1	3	1	3
	Capacità impegnata <i>Allocated capacity</i>	15,7	3	2	3	2	3	3	3	3
	Stazioni di diramazione <i>Junction stations</i>	7,4	2	2	1	1	1	3	1	1
	Stazioni di origine-termine- manovra <i>Origin/ Term/ Shunting stations</i>	12,4	1	2	2	2	2	1	1	2
	Numero di interruzioni <i>Number of interruptions</i>	14,0	1	1	1	1	1	1	1	1
	Minuti di interruzione <i>Duration of interruption</i>	5,8	1	2	1	1	3	2	1	2
	Numero di binari <i>Number of rail tracks</i>	10,7	2	2	2	2	3	2	1	3
	Grado di eterotachia <i>Degree of traffic heterogeneity</i>	9,1	3	3	3	2	1	2	1	2
<b>Punteggio Score</b>		211,57	219,01	195,04	174,38	196,69	219,01	170,25	211,57	

punteggio dato dalla somma degli elementi della colonna pesata rispetto ai pesi dei criteri riportati sulle righe. Come già illustrato, maggiore è il punteggio associato ad una postazione maggiore è l'impegno dell'operatore nel gestirla.

Si riporta a titolo di esempio in Tabella 10 la matrice di confronto relativa al turno del mattino.

Dalle matrici elaborate si è proceduto alla costruzione di 3 istogrammi, suddivisi per periodo di turno di lavoro, che sintetizzano in maniera più immediata i risultati ottenuti per le varie postazioni DCO (Figg. 5, 6 e 7).

Si osserva che nel turno della mattina le postazioni più impegnative risultano il Nodo 1 e il Nodo 2 di Bologna, la DD Firenze - Roma e la Romagna, con un punteggio superiore a 200.

Le postazioni più scariche risultano invece l'AV/AC Milano-Firenze e la Bologna-Prato. Le altre postazioni si collocano in posizioni intermedie con punteggi inferiori a 200.

The comparison matrix relating to the morning shift is shown in Table 10.

From the elaborated arrays, we proceeded to the construction of three histograms, subdivided by work shift per-

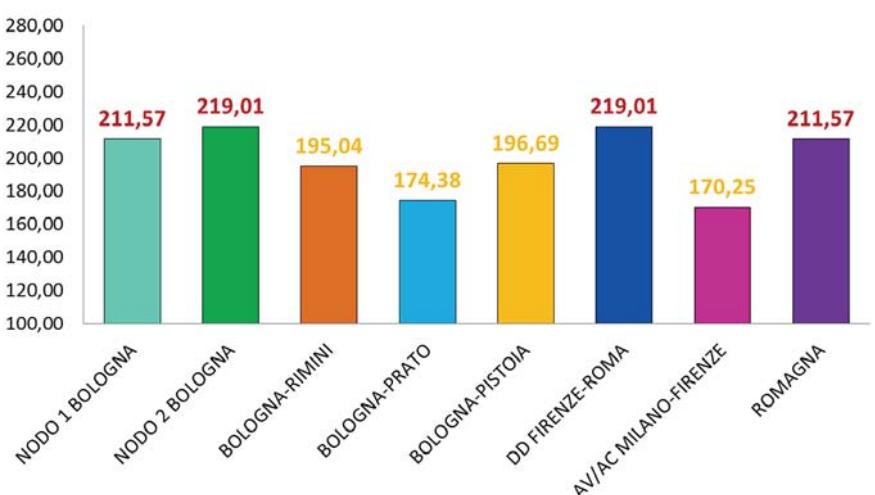


Fig. 5 - Risultati analisi multicriteri turno mattina.  
Fig. 5 - Results of multicriteria analysis for the morning shift.

Dal prospetto del turno pomeridiano (Fig. 6) si evince una situazione molto simile a quella del turno del mattino (Fig. 5).

Anche nel turno di notte il Nodo 2 e la DD Firenze-Roma si confermano le postazioni più impegnative, con un punteggio superiore a 230, seguite dal Nodo 1, dalla Romagna e dalle Bologna-Rimini e Bologna- Prato, la cui gestione notturna è maggiormente impegnativa rispetto agli altri turni.

La postazione AV/AC Milano-Firenze si conferma quella meno impegnativa, in questo turno ancor più degli altri, con un punteggio inferiore a 150 e insieme alla postazione della Bologna-Pistoia.

### 5. Dimensionamento delle esigenze di personale

I risultati ottenuti possono essere utilizzati per verificare la adeguata attribuzione di personale alle postazioni, prendendo una postazione tipo come punto di riferimento.

Per il CCC di Bologna la postazione che può essere presa come punto di riferimento è la Bologna-Prato per la quale, sulla base dell'esperienza, non si evidenziano particolari criticità nella gestione con un solo operatore per turno e con il supporto di un secondo operatore nel turno di notte.

Questa postazione rappresenta il termine di paragone rispetto al quale dimensionare le esigenze di personale delle altre postazioni in base ai punteggi ottenuti. Va considerato che per alcune postazioni esistono anche vincoli di tipo strutturale, ad esempio la linea AV/AC Milano-Firenze, indipendentemente dal carico di lavoro, necessita

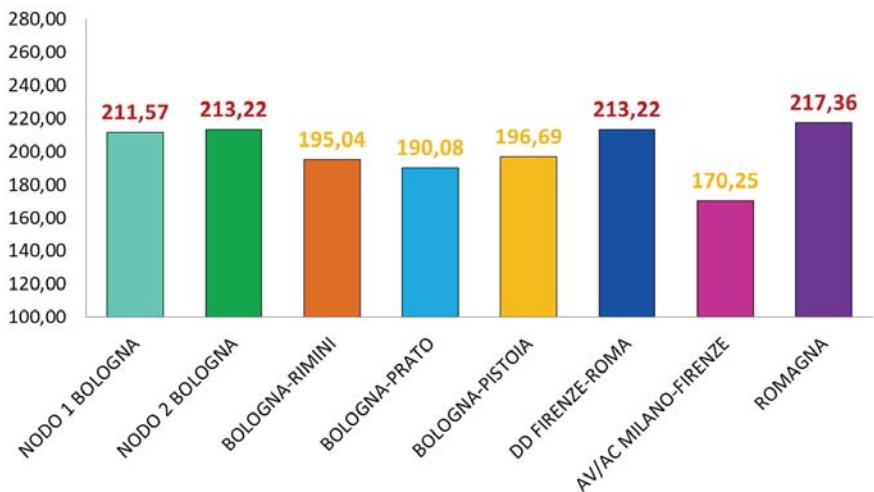


Fig. 6 - Risultati analisi multicriterio turno pomeriggio.  
Fig. 6 - Results of multicriteria analysis for the afternoon shift.

period, which summarize in a more immediate way the results obtained for the various DCO workstations (Figs. 5, 6 and 7).

The results show that in the morning shift the most demanding workstations are Node 1 and Node 2 of Bologna, DD Florence - Rome and Romagna, with a score of over 200.

The less demanding DCO workstations are instead the AV / AC Milan - Florence and the Bologna - Prato. The other DCO workstations are placed in intermediate positions with scores lower than 200.

The situation shown in the Fig. 6 (afternoon shift) is very similar to the one in the Fig. 5 (morning shift).

Also in the night shift the Node 2 and the DD Florence - Rome confirmed to be the most demanding workstations, with a score above 230, followed by Node 1, Romagna, Bologna-Rimini and Bologna-Prato, whose night management is more demanding than other shifts.

The AV / AC Milan - Florence DCO workstation confirmed to be the least demanding, in this shift even more than the others, with a score of less than 150 and together with the Bologna - Pistoia DCO station.

### 5. Dimensioning of personnel needs

The results obtained can be used to verify the adequate allocation of personnel to the workstations, taking a

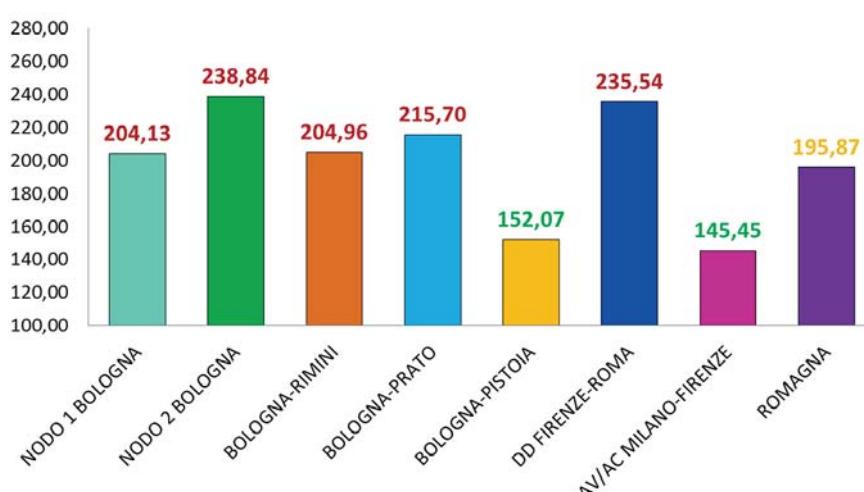


Fig. 7 - Risultati analisi multicriterio turno notte.  
Fig. 7 - Results of multicriteria analysis for the night shift.

Sintesi delle esigenze di personale  
Summary of personnel needs

Esigenze personale (numero operatori) Personal needs (number of operators)			
	Mattina Morning	Pomeriggio Afternoon	Notte Night
Nodo 1 Bologna	2	2	2
Nodo 2 Bologna	2	2	2
Bologna-Rimini	1	1	2
Bologna-Prato	1	1	2
Bologna-Pistoia	1	1	1
DD Firenze-Roma	2	2	2
AV/AC Milano-Firenze	2	2	2
Romagna	2	2	2

di almeno due operatori perché la gestione è separata per tratte (Milano-Bologna e Bologna-Firenze).

Dall'analisi multicriteria si è valutato che le postazioni Bologna-Rimini e Bologna-Pistoia abbiano le stesse esigenze di personale della postazione di riferimento relativamente al turno della mattina e del pomeriggio. Tutte le altre postazioni necessitano invece di un operatore in più in questi due turni. Nel turno notturno la postazione di riferimento necessita di due operatori, così come tutte le altre postazioni ad eccezione della Bologna-Pistoia che è la meno carica. I ritorni di esperienza confermano questa situazione, infatti l'operatore della Bologna-Pistoia durante la notte svolge le mansioni di secondo operatore della Bologna-Prato.

In Tabella 11 è riportato il prospetto riassuntivo delle esigenze di personale per le postazioni DCO del CCC di Bologna.

## 6. Conclusioni

L'utilizzo di un'analisi multicriteria per valutare il carico di lavoro delle postazioni DCO rappresenta un approccio scientifico per standardizzare scelte lasciate a valutazioni basate solo sull'esperienza e sulla soggettività.

Va rilevato che sostanzialmente i risultati non si discostano molto rispetto a quelli empirici che hanno determinato le esigenze di personale adottate attualmente, ma tale conferma rafforza l'utilità di applicazione del metodo per tutti i casi di dimensionamento che si dovessero ripresentare.

Oltre alle postazioni DCO si può pensare di applicare questo stesso metodo di pesatura del carico di lavoro ad altre postazioni (Dirigenti Centrali Coordinatori Movimento, ...), scegliendo opportuni parametri di riferimento. Il metodo sviluppato e applicato è infatti uno strumento attraverso il quale si ritiene di riuscire a valutare in modo strutturato tutte le postazioni dei Centri Coordinamento Circolazione e arrivare a definire standard comuni per un'organizzazione rigorosa ed omogenea.

Tabella 11 – Table 11 type of DCO workstation as a reference point.

For the CCC of Bologna, the position that can be taken as a reference point is Bologna - Prato. For this position there are no particular critical issues in the management with a single operator per shift and with the support of a second operator in the night shift.

This DCO workstation represents the term of comparison by which to size the personnel needs of the other workstations based on the scores obtained. It must be considered that for some workstations there are also structural constraints, for example the line AV / AC Milan - Florence, regardless of the workload, needs at least two operators because the management is separated by sections (Milan - Bologna and Bologna - Florence).

From the multicriteria analysis has been decided that the Bologna - Rimini and Bologna - Pistoia stations have the same personnel needs as the reference DCO workstation for the morning and afternoon shift. All the other stations need an extra operator in these two shifts. During the night shift, the reference workstation needs two operators, as well as all the other workstations, with the exception of Bologna-Pistoia which is the least demanding. The experience returns confirm this situation, in fact during the night the operator of Bologna-Pistoia performs the job of second operator of Bologna-Prato.

Table 11 shows the summary table of personnel needs for the DCO workstations of the Bologna CCC.

## 6. Conclusions

The use of a multicriteria analysis to evaluate the workload of the DCO workstations represents a scientific approach to standardize choices left to evaluations based only on experience and subjectivity.

Substantially the results do not differ much from the empirical ones that have determined the staff needs currently adopted. This confirmation, however, reinforces the usefulness of the method to manage all future sizing processes of DCO workstations.

In addition to the DCO workstations, it is appropriate to apply this same method of workload evaluation to other workstations (Central Coordinating Executives of the Movement DCCM, ...), by choosing specific reference parameters. The developed and applied method can be used to evaluate, in a standard way, all the workstations of the Coordination Circulation Centers, in order to define common standards for a rigorous and homogeneous organization.

### BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] V. GIOVINE, V. VEZZANI, "L'evoluzione della gestione della circolazione", Ingegneria Ferroviaria, 12/2003.
- [2] G. VICUNA, "Organizzazione e tecnica ferroviaria", Ed. CIFI – Roma, 1993.
- [3] G.B. RICHARDSON, "La logica della scelta", Ed. Angeli, 1968.
- [4] E. BALLESTERO, C. ROMERO, "Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems", Ed. Springer – US, 1998.
- [5] D. FALCONE, F. DE FELICE, T.L. SAATY, "Il decision marketing e i sistemi decisionali multicriterio. Le metodologie AHP e ANP", Ed. Hoepli – Milano, 2009.
- [6] C.L. HWANG, K. YOON, "Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey", Ed. Springer – Berlin, 2012.
- [7] M. VELASQUEZ, P.T. HESTER, "An analysis of multi-criteria decision making methods", International Journal of Operations Research, 2/2013. [6] V. GIOVINE, "Le sale operative ferroviarie", Argomenti, 10/2006.
- [8] V. GIOVINE, "Le sale operative ferroviarie", Argomenti, 10/2006.

## ISOTRACK Le soluzioni che contano per il ferroviario

**ISOTRACK**, la divisione trasporti di **Isoil Industria S.p.A.**  
dispone di una vasta gamma di strumentazione per risolvere qualsiasi problema di misura e controllo.



gandol-ferrone.com

AZIENDA CON SISTEMA  
DI GESTIONE QUALITÀ  
CERTIFICATO DA DNV GL  
= ISO 9001 =

*La nostra gamma di prodotti  
per il settore ferroviario comprende:*

- Pick up
- Generatori e Sensori di velocità
- Sensori Radar
- Indicatori di velocità
- Registratori Statici d'Eventi (Scatola Nera)
- Display Multifunzione
- Sistemi di Videosorveglianza sui veicoli
- Misuratori di pressione, temperatura, portate e livello
- Barriere e Sensori ad infrarosso per la chiusura automatica delle porte

Cinisello B. - Mi (Italy)  
tel. +39 02660271  
www.isoil.com  
isotrack@isoil.it

**ISOIL**  
INDUSTRIA

*Le soluzioni che contano*