

# STUDIO DELL'EFFETTO DELLA SEGNALETICA SULL'INCIDENTALITÀ STRADALE

**Alfonso Montella, Agostino Elefante**

Università degli Studi di Napoli Federico II Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti "Luigi Tocchetti"

E-mail: alfonso.montella@unina.it, agoelefa@unina.it

## SOMMARIO

Dalle analisi dei dati ISTAT la distrazione o la indecisione risultano tra le cause più ricorrenti di incidente stradale. In parte di questi incidenti le inadeguatezze della segnaletica hanno un peso significativo. A conferma di ciò, la letteratura scientifica è concorde nell'assegnare al miglioramento della segnaletica un ruolo significativo nella riduzione dell'incidentalità. Nel presente studio l'effetto della segnaletica sull'incidentalità è stimato mediante un'analisi dei fattori contributivi degli incidenti avvenuti nel periodo 2003-2005 in un campione di quindici roatorie urbane nella città di Napoli. In particolare sono stati analizzati i rapporti di incidente presso la polizia municipale. I dati analizzati comprendono centoventitre incidenti complessivi, di cui sessantatre sono incidenti con feriti che hanno causato novantadue feriti. Per ciascuna roatoria sono stati effettuati rilievi geometrici e di traffico ed è stata calcolata la capacità di ciascun ingresso. L'identificazione dei fattori contributivi è stata effettuata in base alla dinamica degli incidenti e alle caratteristiche geometriche e funzionali delle roatorie dopo lo studio dei digrammi di collisione ed una dettagliata ispezione dei siti. Durante le ispezioni dei siti ci si è avvalsi anche di liste di controllo dei possibili fattori contributivi, come suggerito in letteratura. Complessivamente, ossia da sola o in combinazione con altri fattori, la segnaletica orizzontale o verticale è risultata un fattore contributivo in 87 incidenti (70,7%). Disaggregando segnaletica orizzontale e verticale, quella orizzontale risulta un fattore contributivo in 77 incidenti (62,6%) e quella verticale in 69 incidenti (56,1%). In 12 incidenti (9,8%) la segnaletica risulta l'unico fattore contributivo, al pari della geometria. Sulla base dei risultati ottenuti, si stima che il miglioramento della segnaletica può ridurre l'incidentalità di circa il 40%.

## 1 INTRODUZIONE

La cattiva percezione della strada rappresenta una delle principali cause d'incidente. Dalle analisi dei dati ISTAT la distrazione o la indecisione risultano tra le cause più ricorrenti di incidente stradale.

La segnaletica, che svolge la funzione di agevolare, consentire e correggere la percezione della strada, è uno degli strumenti fondamentali della gestione della sicurezza stradale. A fronte dell'importanza delle sue funzioni la segnaletica è spesso assente, usurata, inappropriata o poco chiara e visibile.

La letteratura scientifica è concorde nell'assegnare al miglioramento della segnaletica un ruolo significativo nella riduzione dell'incidentalità. L'effetto della segnaletica sull'incidentalità è in genere stimato mediante un'analisi before-after in siti nei quali sono stati effettuati interventi di miglioramento della segnaletica. Nel presente studio, in mancanza di dati di incidentalità prima e dopo interventi sulla segnaletica, si è seguito un approccio differente consistente nell'analisi dei fattori contributivi degli incidenti avvenuti nel periodo 2003-2005 in un campione di quindici roatorie urbane nella città di Napoli. Scopo dell'analisi è indagare se nelle roatorie urbane la segnaletica risulta un significativo fattore contributivo dell'incidentalità.

## 2 STATO DELL'ARTE

### 2.1 Premessa

Dall'analisi della letteratura scientifica si riscontra che la segnaletica ha un ruolo considerevole nella riduzione dell'incidentalità. Ad esempio, la Federal Highway Administration statunitense riporta che il miglioramento della segnaletica e della delimitazione costituisce uno degli interventi per il miglioramento della sicurezza con il migliore rapporto benefici/costi (Migletz et al., 1994). L'importanza del ruolo della segnaletica nella prevenzione dell'incidentalità è evidenziata anche dal Ministero LL.PP. che nel 2000, nell'ambito della ricerca "definizione dei principali temi di ricerca per il

miglioramento della sicurezza delle infrastrutture nel breve, medio e lungo periodo”, ha individuato come tema di ricerca prioritario lo studio degli impatti della segnaletica sulla sicurezza (Ministero LL.PP. et al., 2000). Lo stesso Ministero, nella Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica (Ministero LL.PP., 2000), riporta che “Numerosi sinistri stradali, infatti, derivano dall'assenza di segnaletica, dall'inadeguatezza della stessa rispetto alle condizioni della strada e del traffico, dalla sua tardiva o insufficiente percepiibilità...”.

L'entità della riduzione di incidentalità conseguente gli interventi di miglioramento della segnaletica dipende da numerosi fattori specifici di ciascun sito, oltre che dalle caratteristiche intrinseche e dallo stato di manutenzione della segnaletica. Nei paragrafi che seguono sono sintetizzati i principali risultati riportati in letteratura.

## 2.2 Segnaletica nelle intersezioni lineari a raso

La segnaletica nelle intersezioni ha un'importanza rilevante. Nelle intersezioni i conducenti possono compiere manovre inusuali o inattese. Una migliore guida visiva nelle intersezioni attraverso idonea segnaletica orizzontale e verticale riduce le indecisioni dei conducenti e la probabilità di manovre errate (Neuman et al., 2005). Alcuni incidenti nelle intersezioni avvengono perché uno o più conducenti in approccio all'intersezione non si rendono conto della presenza dell'intersezione in tempo utile per evitare una collisione. Una migliore segnaletica aiuta nell'avvisare i conducenti della presenza dell'intersezione.

Numerosi studi hanno documentato un positivo effetto dei segnali di precedenza e della rimozione della sosta. Odgen, in base ad una approfondita analisi di letteratura (Odgen, 1996), riporta l'effetto sull'incidentalità dei segnali di fermarsi e dare precedenza (stop), di dare precedenza e dei segnali verticali in generale, distinguendo l'effetto in relazione alla velocità di approccio alle intersezioni ed alle tipologie di incidente normalizzate in Australia (Andreassen, 1994). All'aumentare della velocità di approccio aumenta anche l'effetto della segnaletica (cfr. tabella 1).

È interessante notare che l'installazione dei segnali di stop, pur avendo un effetto complessivo positivo e rilevante, determina un aumento degli incidenti per tamponamento. Lo stesso aumento degli incidenti per

tamponamento è riportato anche nelle linee guida canadesi per le analisi di sicurezza (TAC, 2004).

Secondo le linee guida canadesi (cfr. tabella 2) l'installazione dei segnali di stop determina una riduzione degli incidenti complessivi pari al 35% in ambito urbano e pari al 40% in ambito extraurbano, mentre i segnali di dare precedenza determinano una riduzione degli incidenti per attraversamento compresa tra il 10 e il 20%. Anche l'installazione dei segnali di preavviso di stop ha un effetto rilevante: 30% in ambito urbano e 35% in ambito extraurbano. Il miglioramento della segnaletica orizzontale, secondo le stesse linee guida, riduce l'incidentalità del 15%. La rimozione della sosta, se i veicoli in sosta riducono la visibilità, ha consentito riduzioni dell'incidentalità variabili tra il 30 e il 35%. L'effetto della proibizione della sosta in prossimità delle intersezioni è documentato anche da Austroads (cfr. tabella 3).

**Tabella 1 Effetto della segnaletica sull'incidentalità nelle intersezioni (Odgen, 1996).**

| Tipo di segnale                         | Tipo di incidente influenzato         | Riduzione di incidentalità [%] |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Intersezioni ad elevata velocità</i> |                                       |                                |
| Stop                                    | Approcci adiacenti                    | 40 - 60                        |
|   | Tamponamento                          | (-40) - (-60)                  |
| Dare precedenza                         | Approcci adiacenti                    | 10 - 20                        |
| Segnali verticali                       | Approcci adiacenti                    | 20 - 30                        |
|   | Veicoli opposti in svolta             |                                |
|   | Veicoli nella stessa corsia in svolta |                                |
|   | Cambio di corsia                      |                                |
|   | Ostruzione permanente                 |                                |
| <i>Intersezioni a bassa velocità</i>    |                                       |                                |
| Stop                                    | Approcci adiacenti                    | 40 - 60                        |
|   | Tamponamento                          | (-40) - (-60)                  |
| Segnali verticali                       | Approcci adiacenti                    | 10 - 20                        |
|   | Veicoli opposti in svolta             |                                |
|   | Veicoli nella stessa corsia in svolta |                                |
|   | Cambio di corsia                      |                                |
|   | Ostruzione permanente                 |                                |

**Tabella 2 Effetto della segnaletica sull'incidentalità nelle intersezioni (TAC, 2004).**

| Tipo di segnale         | Ambito                               | Tipo di incidente influenzato | Riduzione di incidentalità [%] |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Stop                    | Urbano                               | Tutti                         | 35                             |
|                         | Extraurbano                          |                               | 40                             |
| Dare precedenza         | Tutti                                | Attraversamento               | 10 - 20                        |
| Preavviso di stop       | Urbano                               | Tutti                         | 30                             |
|                         | Extraurbano                          |                               | 35                             |
| Segnaletica orizzontale | Tutti                                | Tutti                         | 15                             |
| Rimozione della sosta   | Veicoli che ostacolano la visibilità | Tutti                         | 30 - 35                        |

**Tabella 3 Effetto della proibizione della sosta nelle intersezioni sull'incidentalità (Austroads, 2004).**

| Tipo di incidente influenzato | Riduzione di incidentalità [%] |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Approcci adiacenti            | 10                             |
| Tamponamento                  | 20                             |
| Cambio di corsia              | 30                             |
| Investimento pedone           | 30                             |
| Urto con veicolo in sosta     | 50                             |

### 2.3 Segnaletica orizzontale

Una efficace segnaletica orizzontale consente al guidatore di posizionare correttamente il veicolo sulla strada, evitando le collisioni con gli oggetti posti a lato della sede stradale e con i veicoli che viaggiano nelle altre corsie.

Una segnaletica orizzontale di elevate prestazioni risulta particolarmente efficace in condizioni di scarsa visibilità, come di notte o in condizioni di nebbia e pioggia, e nei punti critici del tracciato.

Il TRL ha sviluppato, a partire dal 1991, una banca dati denominata MOLASSES (Monitoring Of Local Authority Safety SchemES) contenente informazioni relative all'efficacia degli interventi di miglioramento della sicurezza effettuati dalle autorità locali nel Regno Unito (Gorell e Tootill, 2001). In base ai risultati di 196 progetti in ambito urbano e 74 progetti in ambito extraurbano gli interventi di miglioramento della segnaletica orizzontale hanno ridotto l'incidentalità del 30% in ambito urbano e del 35% in ambito extraurbano (TRL, 2006). Simili risultati, sempre nel Regno Unito, sono riportati da Proctor (Proctor et al., 2001) che ha riscontrato una riduzione degli incidenti del 34%, in base a 43 progetti. Lo stesso Proctor nel caso di interventi integrati di miglioramento della segnaletica orizzontale e di quella verticale (63 progetti) ha riscontrato una riduzione degli incidenti del 41%.

Odgen (Odgen, 1996) e le linee guida canadesi per le analisi di sicurezza (TAC, 2004) riportano risultati confrontabili con quelli del Regno Unito, ossia riduzioni dell'incidentalità comprese tra il 10 e il 40%. Miller, negli Stati Uniti, riporta una riduzione del 20% (Miller, 1992).

Nel caso di interventi limitati alle sole strisce di margine o alla striscia centrale è stata riscontrata un'efficacia inferiore. Per le strisce di margine Wilkie (Wilkie et al., 2003), in Nuova Zelanda, riporta una riduzione del 7%. Negli Stati Uniti, il Dipartimento dei Trasporti dello Stato di Washington (Washington State DOT, 1998) riporta una riduzione del 15%, Shen (Shen et al., 2004) riporta una riduzione del 20%. In Australia, Austroads ha

riscontrato una riduzione del 30% limitata ai soli incidenti per fuoriuscita.

La realizzazione e il miglioramento delle strisce pedonali causano una significativa riduzione degli incidenti per investimento dei pedoni: 36% (sulla base di 70 progetti monitorati) secondo il TRL (TRL, 2006), 40% secondo Austroads (Austroads, 2004), tra il 10 e il 50% secondo TAC (TAC, 2004).

Alcuni studi sull'efficacia della segnaletica sono stati condotti mediante simulatore di guida. In uno studio sull'effetto delle strisce di margine (McKnight et al., 1998) è stato riscontrato che le strisce con bassa visibilità sono associate ad un maggior numero di errori di posizionamento nelle corsie. In uno studio sulla guida notturna in condizioni di pioggia (Horberry et al., 2006) sono stati confrontati sistemi segnaletici tradizionali con sistemi ad elevata rifrangenza in condizioni di pioggia. I risultati hanno indicato un migliore posizionamento in corsia e un minore carico di lavoro in presenza della segnaletica con migliori prestazioni.

### 2.4 Segnaletica verticale

L'efficacia della segnaletica verticale sulla sicurezza dipende in primo luogo dalla tipologia di messaggio trasmesso. Nei tronchi stradali, i segnali di pericolo sono in genere i più efficaci in quanto trasmettono informazioni necessarie per una pronta individuazione di situazioni pericolose (curve pericolose, strada sdrucciolevole, ecc.) e, nello stesso tempo, indicazioni sulla natura del pericolo segnalato e sul comportamento da osservare.

Il TRL (TRL, 2006) ha monitorato (analisi before-after) 222 progetti di miglioramento della segnaletica verticale in ambito urbano e 136 progetti in ambito extraurbano riscontrando una riduzione dell'incidentalità pari rispettivamente al 31 e al 37%.

Proctor (Proctor et al., 2001) ha monitorato 30 progetti di miglioramento della segnaletica verticale lungo un itinerario, che hanno conseguito una riduzione di incidentalità pari al 50%, e 36 progetti di installazione di segnaletica di pericolo, che hanno conseguito una riduzione di incidentalità pari al 46%. Le linee guida canadesi per le analisi di sicurezza (TAC, 2004) riportano riduzioni dell'incidentalità comprese tra il 25 e il 50%.

Alcuni studi hanno monitorato in particolare l'effetto dei segnali di curva pericolosa, riscontrando riduzioni

dell'incidentalità comprese tra il 10 (Wilkie e Tate, 2003) e il 25% (Shen et al., 2004). L'efficacia dei segnali di pericolo è stata stimata anche da Proctor (Proctor et al., 2001) che, in base al monitoraggio di 36 progetti, ha individuato una riduzione degli incidenti del 46%.

## 2.5 Cartellonistica pubblicitaria

In seguito alla crescente richiesta di installazione di cartellonistica pubblicitaria lungo le strade è stato effettuato uno studio sull'impatto della cartellonistica sulla sicurezza della circolazione nella città di Toronto, in Canada (Smiley et al., 2005). Sulla base di uno studio sull'attenzione dello sguardo e di un'indagine sul comportamento dei conducenti si è dedotto che la pubblicità può distrarre inappropriatamente i conducenti costituendo un fattore contributivo dell'incidentalità. In Giappone si è valutato l'effetto della presenza di segnali pubblicitari sulla distanza di individuazione dei segnali stradali (Akagi et al., 1996). Gli autori dello studio hanno osservato il comportamento di nove guidatori in cinquantaquattro differenti situazioni di guida registrando il punto in cui i segnali stradali entrano nel campo di leggibilità. Gli scenari di riferimento sono stati caratterizzati mediante il rapporto tra l'area in cui ricadono segnali pubblicitari e l'area complessiva nel campo visivo del conducente. All'aumentare di questo rapporto, ossia all'aumentare della quantità di segnali pubblicitari, diminuisce la distanza di individuazione dei segnali stradali.

L'effetto negativo della cartellonistica pubblicitaria è stato ben recepito nel corpo normativo italiano, anche se la legge è molto spesso disattesa sia per effetto di installazioni non autorizzate che per effetto di installazioni autorizzate in contrasto con il disposto normativo. Il Codice della Strada (art. 23) cita: "Lungo le strade sono vietati insegne, cartelli, manifesti, impianti di pubblicità o propaganda, che possano arrecare disturbo visivo agli utenti della strada o distrarne l'attenzione con conseguente pericolo per la sicurezza della circolazione. Il relativo Regolamento di attuazione (art. 77/6) aggiunge: "Sono vietate interferenze o abbinamenti della segnaletica con qualsiasi forma di pubblicità". Lo stesso Regolamento disciplina il posizionamento di cartelli e altri mezzi pubblicitari che, entro i centri abitati, è autorizzato nel rispetto delle seguenti distanze minime (art. 51/4): "a) 50 m, lungo le strade urbane di scorrimento e le strade urbane di quartiere, prima ...

delle intersezioni; b) 30 m, lungo le strade locali, prima ... delle intersezioni; c) 25 m ... dopo ... le intersezioni". Anche la Direttiva per il controllo della pubblicità abusiva (Ministero LL.PP., 1998) è molto esplicita: "Fermo restando che tutte le installazioni pubblicitarie non autorizzate rappresentano un potenziale pericolo per la sicurezza della circolazione stradale, quelle collocate in corrispondenza o in immediata prossimità delle intersezioni, nonché quelle che impediscono o limitano la tempestiva visibilità e leggibilità della segnaletica stradale, *costituiscono immediato pericolo per la circolazione*".

## 2.6 Problemi di segnaletica identificati nelle analisi di sicurezza

In Nuova Zelanda è stata redatta una pubblicazione che sintetizza i risultati delle analisi di sicurezza di cinquanta rotonde e identifica i più comuni problemi di sicurezza (TNZ, 2000). I problemi di sicurezza riscontrati più volte sono stati: 1) segnali verticali (15%), 2) segnaletica orizzontale (9%). Il problema più comune riguarda l'adeguatezza, la dimensione e la quantità dei segnali. Si è riscontrato un generale consenso nell'attribuire all'errata segnaletica verticale problemi di sicurezza quali insufficiente guida degli utenti ed elevate velocità di approccio. Una segnaletica orizzontale inadeguata può confondere gli utenti e non fornire sufficiente guida ai veicoli in approccio e lungo la rotonda.

Proctor (Proctor et al., 2001) riporta che nel Regno Unito i problemi maggiormente riscontrati nelle analisi di sicurezza riguardano la segnaletica. In un campione di 1'571 problemi, tra i più frequenti vi sono: 1) segnali verticali inadeguati (13,6%), 2) segnaletica orizzontale inadeguata (10,3%), 3) limitata visibilità dei segnali verticali o dei semafori (5,3%), 6) inadeguata retroriflessione dei segnali (4,1%), 18) segnaletica obsoleta (2,0%).

## 3 LE ROTATORIE DI STUDIO

### 3.1 Inquadramento generale

Le quindici rotonde di studio sono ubicate tutte nel centro abitato del Comune di Napoli (cfr. fig. 1), prevalentemente in aree periferiche con flussi pedonali modesti. Esse sono di recente costruzione, pur essendo state realizzate prima del 2003 (anno di inizio della raccolta dei dati di incidentalità). La maggior parte delle rotonde sono con quattro bracci e due corsie nei rami di

ingresso e di uscita. In particolare dieci rotatorie sono a quattro bracci e cinque a tre bracci, dieci sono con due corsie (sette a quattro bracci, tre a tre bracci) e cinque con una corsia (tre a quattro bracci, due a tre bracci).



Figura 1 Localizzazione delle rotatorie di studio.

### 3.2 Geometria

La geometria delle rotatorie, prevalentemente, è caratterizzata da angoli di deviazione modesti, deflessione che consente elevate velocità e ingressi e uscite di elevata larghezza. I parametri di progetto raccomandati dalla bozza di “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2004) e quelli delle principali norme straniere (Highways Agency, 1993; SETRA, 1998; VSS, 1999) sono spesso non rispettati. Per ciascuna rotatoria sono stati effettuati rilievi in sito che hanno consentito di caratterizzare i principali parametri geometrici: diametro esterno, larghezza dell’anello, degli ingressi e delle uscite, raggi di ingresso e di uscita, raggi di deflessione per le manovre di attraversamento e di svolta a destra, angoli di deviazione, angoli di immissione (cfr. fig. 2). Una sintesi dei dati geometrici è riportata in tabella 4. In alcuni casi i raggi di ingresso, uscita e deflessione sono risultati infiniti e in tabella è riportato un valore convenzionale pari a 1'000 m utilizzato per l’elaborazione delle statistiche di sintesi. Per il calcolo dell’eccentricità si è considerata positiva l’eccentricità verso destra del ramo di ingresso rispetto al centro della rotatoria.

Tabella 4 Dati geometrici delle rotatorie di studio.

|                        | Media | Dev. St. | Min   | Max   |
|------------------------|-------|----------|-------|-------|
| Diametro esterno [m]   | 39,23 | 12,17    | 20,49 | 63,88 |
| Larghezza anello [m]   | 7,61  | 2,06     | 4,50  | 13,20 |
| Larghezza ingresso [m] | 6,09  | 1,29     | 3,50  | 9,60  |

|   | Media  | Dev. St. | Min    | Max     |
|---|--------|----------|--------|---------|
| Larghezza uscita [m]                          | 5,85   | 1,35     | 2,80   | 8,80    |
| Raggio ingresso [m]                           | 71,85  | 186,44   | 4,07   | 1000,00 |
| Raggio uscita [m]                             | 87,74  | 222,28   | 2,80   | 1000,00 |
| Raggio di deflessione per attraversamento [m] | 136,11 | 228,76   | 0,00   | 1000,00 |
| Raggio di deflessione per svolta a destra [m] | 55,92  | 130,08   | 0,00   | 1000,00 |
| Angolo di deviazione [°]                      | 38,42  | 32,04    | -73,92 | 154,15  |
| Angolo di immissione [°]                      | 48,69  | 18,92    | 0,00   | 93,36   |
| Eccentricità [m]                              | 0,36   | 5,08     | -14,36 | 27,33   |

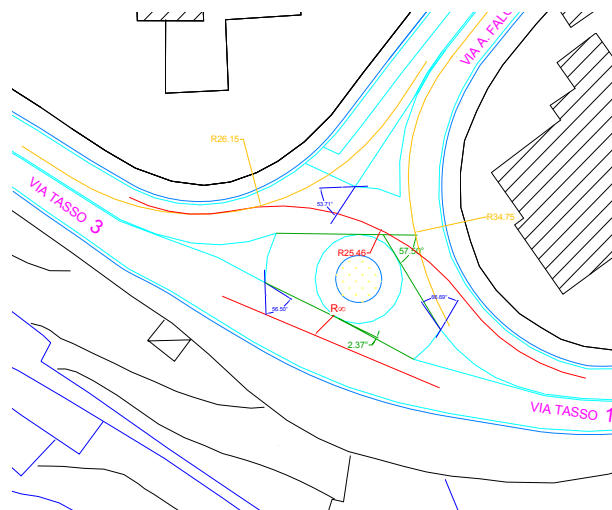


Figura 2 Raggi di deflessione, angoli di deviazione e angoli di immissione della rotatoria 12.

### 3.3 Segnaletica

Il rilievo delle rotatorie, considerati gli obiettivi dello studio, ha riguardato anche la segnaletica esistente. Senza entrare nel dettaglio di valutazioni in merito a parametri di efficienza quali lo spazio di avvistamento, la congruenza, il posizionamento, la retroriflettenza e il colore, in tabella 5 è riportata la percentuale di presenza dei principali segnali verticali e orizzontali necessari in ciascun ramo della rotatoria. Si può notare che i segnali “circolazione rotatoria” (fig. Il 27 reg.) e “preavviso rotatoria” (fig. Il 238 reg.) sono sempre assenti. Gli altri segnali sono presenti in meno del 50% dei casi.

Tabella 5 Segnaletica nelle rotatorie di studio.

| Nome segnale                 | Riferimento Regolamento | Posizione raccomandata | Presenza [%] |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| Preavviso di dare precedenza | Fig. Il 38              | 150 m prima            | 0            |
| Circolazione rotatoria       | Fig. Il 27              | 150 m prima            | 4            |
| Preavviso rotatoria          | Fig. Il 238             | 60 m prima             | 0            |
| Dare precedenza              | Fig. Il 36              | <10 m                  | 45           |
| Rotatoria                    | Fig. Il 84              | <10 m                  | 27           |

| Nome segnale                    | Riferimento Regolamento | Posizione raccomandata   | Presenza [%] |
|---------------------------------|-------------------------|--|--------------|
| Direzione                       | Fig. II 248             | Isola divisionale nell'uscita                                    | 5            |
| Direzione obbligatoria a destra | Fig. II 80/c            | Isola centrale in posizione visibile per i veicoli in immissione | 4            |
| Iscrizione di dare precedenza   | Fig. II 442/a           | ≥2 m   | 42           |
| Linea di arresto                | Art. 144                | Sulla soglia   | 36           |

### 3.4 Traffico

In ogni rotatoria sono stati effettuati rilievi di traffico nell'ora di punta (cfr. tabella 6), mediante conteggi manuali eseguiti con periodi di conteggio di 15 minuti nei quali i veicoli sono stati disaggregati in tre classi: autovetture, due ruote, veicoli pesanti. La percentuale di veicoli pesanti è sempre inferiore al 9% (media del 4,2%) mentre il traffico dei veicoli a due ruote è piuttosto rilevante, raggiungendo un massimo del 35,1% (media del 12,6%).

Per ciascun ingresso è stata calcolata la capacità con le principali formulazioni presenti in letteratura e nella normativa internazionale. Inoltre è stata calcolata la capacità anche con il software aaSIDRA. I risultati delle analisi evidenziano che alcune rotatorie operano in condizioni di congestione e che i parametri psicotecnici degli utenti rilevati in sito (intervallo critico e intervallo di sequenza) sono in genere inferiori a quelli riportati in letteratura.

In solo due rotatorie (R<sub>10</sub> e R<sub>12</sub>) è stata effettuata anche l'analisi dei conflitti di traffico, ossia delle situazioni nelle quali due o più utenti si avvicinano tra di loro nel tempo e nello spazio con un'estensione tale che esiste un rischio di collisione se i loro movimenti rimangono inalterati (Glauz et al., 1985). L'analisi dei conflitti si è rilevata una tecnica diagnostica efficace nell'integrare l'analisi degli incidenti, anche se richiede una elevata qualificazione degli osservatori e una precisa definizione delle metodologie di rilievo ed analisi.

**Tabella 6 Dati di traffico delle rotatorie di studio (ora di punta).**

| ID             | N <sub>rami</sub> | N <sub>corsie</sub> | V <sub>e</sub> auto [veic/h] | V <sub>e</sub> 2 ruote [veic/h] | V <sub>e</sub> pesanti [veic/h] | V <sub>e</sub> totale [veic/h] |
|----------------|-------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| R <sub>1</sub> | 4                 | 2                   | 3'391                        | 333                             | 308                             | 4'032                          |
| R <sub>2</sub> | 4                 | 2                   | 3'045                        | 161                             | 118                             | 3'324                          |
| R <sub>3</sub> | 4                 | 2                   | 4'082                        | 260                             | 121                             | 4'463                          |
| R <sub>4</sub> | 4                 | 1                   | 3'579                        | 363                             | 76                              | 4'018                          |
| R <sub>5</sub> | 4                 | 2                   | 3'405                        | 315                             | 111                             | 3'831                          |
| R <sub>6</sub> | 4                 | 1                   | 1'130                        | 157                             | 58                              | 1'345                          |
| R <sub>7</sub> | 4                 | 2                   | 2'465                        | 312                             | 159                             | 2'936                          |

| ID              | N <sub>rami</sub> | N <sub>corsie</sub> | V <sub>e</sub> auto [veic/h] | V <sub>e</sub> 2 ruote [veic/h] | V <sub>e</sub> pesanti [veic/h] | V <sub>e</sub> totale [veic/h] |
|-----------------|-------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| R <sub>8</sub>  | 4                 | 2                   | 3'281                        | 242                             | 192                             | 3'715                          |
| R <sub>9</sub>  | 4                 | 1                   | 2'002                        | 359                             | 232                             | 2'593                          |
| R <sub>10</sub> | 4                 | 2                   | 1'690                        | 360                             | 56                              | 2'106                          |
| R <sub>11</sub> | 3                 | 2                   | 2'487                        | 659                             | 128                             | 3'274                          |
| R <sub>12</sub> | 3                 | 1                   | 1'934                        | 1'053                           | 14                              | 3'001                          |
| R <sub>13</sub> | 3                 | 1                   | 2'782                        | 260                             | 97                              | 3'139                          |
| R <sub>14</sub> | 3                 | 2                   | 2'656                        | 830                             | 141                             | 3'627                          |
| R <sub>15</sub> | 3                 | 2                   | 2'311                        | 185                             | 129                             | 2'625                          |

### 4 L'INCIDENTALITÀ NELLE ROTATORIE DI STUDIO

I dati degli incidenti sono stati acquisiti mediante consultazione dei rapporti di incidenti stradali effettuata presso l'ufficio SIS (Sinistri Stradali) della Polizia Municipale di Napoli. I dati sono riferiti al triennio 2003-2005 e comprendono sia gli incidenti con feriti che quelli con danni materiali.

Per ogni incidente è stata redatta una scheda di acquisizione dati comprendente le seguenti informazioni: luogo dell'incidente (identificativo della rotatoria), numero del verbale, data dell'incidente, ora dell'incidente, severità dell'incidente (con danni materiali, con feriti, mortale), numero dei morti e dei feriti, fondo stradale (asciutto, bagnato, sdruciolevole, altro), condizioni meteo (sereno, pioggia, grandine, altro), illuminazione (luce diurna, luce notturna con buona illuminazione, luce notturna con illuminazione scarsa), classificazione dell'incidente secondo ISTAT, veicoli coinvolti, conseguenze dell'incidente alle persone, tipologie di danni riportati dai veicoli (può ripartire, non può ripartire), descrizione dei danni materiali e dei danni alle persone, planimetria della rotatoria, identificazione del ramo in cui è avvenuto l'incidente, localizzazione nel ramo (ingresso, uscita, anello), tipologia di incidente (fronto-laterale, laterale, tamponamento, frontale, urto di veicolo in sosta, investimento di pedone, fuoriuscita, caduta da veicolo, urto con ostacolo), schema planimetrico dell'incidente, descrizione della dinamica dell'incidente.

Nel periodo di riferimento sono avvenuti 123 incidenti, di cui 63 con danni alle persone che hanno causato 92 feriti (cfr. tabella 7). Non si sono verificati incidenti mortali, anche se il 20 aprile 2006 alle ore 23,00 (data non compresa nel periodo di analisi) si è verificato un incidente mortale nella rotatoria 14 (Via Guantai ad Orsoline – Via Pietro Bianchi) in cui è deceduto il conducente di un motoveicolo. In media si sono verificati 2,73 incidenti con danni materiali (1,40 incidenti con feriti) per rotatoria e per anno. Tale valore è

sensibilmente superiore a quanto riportato in letteratura (Guichet, 2005; Kennedy et al., 2005).

La tipologia di incidente più frequente è il fronto-laterale in ingresso, cui seguono il tamponamento in ingresso e lo scontro laterale sull'anello (cfr. tabella 8). L'investimento di pedone si verifica solo nel 4,1% degli incidenti e nel 7,9% degli incidenti con feriti. Nel Comune di Napoli l'investimento di pedone avviene nel 11,2% degli incidenti con feriti (anno 2004).

**Tabella 7 Incidenti nel periodo 2003-2005.**

| ID              | Inc <sub>tot</sub> | Inc <sub>feriti</sub> | Feriti | Inc <sub>morti</sub> | TMG <sub>e</sub><br>[veic/g] | Inc <sub>tot</sub> /<br>10 <sup>8</sup> veic <sub>e</sub> |
|-----------------|--------------------|-----------------------|--------|----------------------|------------------------------|---|
| R <sub>1</sub>  | 7                  | 3                     | 5      | 0                    | 40'320                       | 15,85   |
| R <sub>2</sub>  | 3                  | 1                     | 2      | 0                    | 33'240                       | 8,24  |
| R <sub>3</sub>  | 7                  | 3                     | 4      | 0                    | 44'630                       | 14,32   |
| R <sub>4</sub>  | 16                 | 9                     | 14     | 0                    | 40'180                       | 36,37   |
| R <sub>5</sub>  | 12                 | 6                     | 10     | 0                    | 38'310                       | 28,61   |
| R <sub>6</sub>  | 1                  | 1                     | 1      | 0                    | 13'450                       | 6,79  |
| R <sub>7</sub>  | 2                  | 1                     | 1      | 0                    | 29'360                       | 6,22  |
| R <sub>8</sub>  | 11                 | 9                     | 14     | 0                    | 37'150                       | 27,04   |
| R <sub>9</sub>  | 4                  | 1                     | 2      | 0                    | 25'930                       | 14,09   |
| R <sub>10</sub> | 15                 | 7                     | 13     | 0                    | 21'060                       | 65,05   |
| R <sub>11</sub> | 9                  | 4                     | 4      | 0                    | 32'740                       | 25,10   |
| R <sub>12</sub> | 8                  | 4                     | 7      | 0                    | 30'010                       | 24,35   |
| R <sub>13</sub> | 5                  | 4                     | 4      | 0                    | 31'390                       | 14,55   |
| R <sub>14</sub> | 10                 | 4                     | 4      | 0                    | 36'270                       | 25,18   |
| R <sub>15</sub> | 13                 | 6                     | 7      | 0                    | 26'250                       | 45,23   |
| Tot             | 123                | 63                    | 92     | 0                    | 480'290                      | 23,39   |

**Tabella 8 Tipologia degli incidenti.**

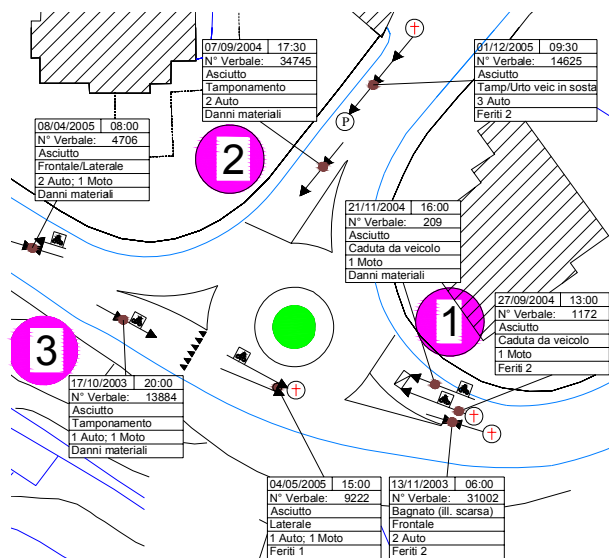
|  | I   |       | I <sub>f</sub> |       | F  | F/I<br>[%] |
|--|-----|-------|----------------|-------|----|------------|
|  | N   | %     | N              | %     |    |            |
| Fronto-laterale                          | 35  | 28,5  | 19             | 30,2  | 28 | 80         |
| Tamponamento                             | 29  | 23,6  | 9              | 14,3  | 15 | 52         |
| Laterale                                 | 14  | 11,4  | 6              | 9,5   | 7  | 50         |
| Fuoriuscita                              | 10  | 8,1   | 3              | 4,8   | 3  | 30         |
| Frontale                                 | 8   | 6,5   | 7              | 11,1  | 11 | 138        |
| Caduta da veicolo                        | 8   | 6,5   | 6              | 9,5   | 8  | 100        |
| Investimento pedone                      | 5   | 4,1   | 5              | 7,9   | 7  | 140        |
| Urto veicolo in sosta <sub>fermo</sub>   | 5   | 4,1   | 3              | 4,8   | 3  | 60         |
| Urto veicolo in sosta <sub>manovra</sub> | 4   | 3,3   | 3              | 4,8   | 4  | 100        |
| Urto veicolo in fermata                  | 3   | 2,4   | 2              | 3,2   | 6  | 200        |
| Urto con ostacolo accidentale            | 2   | 1,6   | 0              | 0,0   | 0  | 0          |
| Totale                                   | 123 | 100,0 | 63             | 100,0 | 92 | 75         |

## 5 LA SEGNALETICA COME FATTORE CONTRIBUTIVO DELL'INCIDENTALITÀ

### 5.1 Metodologia diagnostica

Per ogni rotondina è stato redatto un diagramma di collisione, che è stato utilizzato come strumento di supporto alla diagnosi. Nel diagramma di collisione (cfr. fig. 3) sono riportati un simbolo grafico che indica la tipologia di incidente, il codice, la data e l'ora dell'incidente, il fondo stradale, la classificazione dell'incidente, i veicoli coinvolti e le conseguenze dell'incidente. Le stesse informazioni sono state riportate anche in una matrice di fattori che consente una visualizzazione sintetica dei principali aspetti comuni

degli incidenti. L'identificazione dei fattori contributivi è stata effettuata in base alla dinamica degli incidenti, alle caratteristiche geometriche e funzionali delle rotondine, solo dopo lo studio dei digrammi di collisione ed una dettagliata ispezione dei siti. Durante le ispezioni dei siti ci si è avvalsi anche di liste di controllo dei possibili fattori contributivi, come suggerito in letteratura (AIPCR, 2004; Austroads, 2004; ROSPA, 2002).



**Figura 3 Diagramma di collisione della rotondina 12.**

### 5.2 I fattori contributivi

L'analisi dei fattori contributivi è stata eseguita senza effettuare rilievi diretti subito dopo l'incidente per cui non è stato possibile ispezionare i veicoli coinvolti negli incidenti ed avere informazioni di dettaglio relative allo stato psico-fisico dei conducenti. Pertanto non è stato possibile indagare fattori contributivi relativi ai veicoli e per quanto riguarda gli utenti è stato possibile identificare solo il fattore guida in stato di ebbrezza, riscontrata in tre incidenti di cui due notturni. Per ogni incidente è stato comunque sempre individuato un fattore contributivo legato alla strada.

I fattori contributivi sono stati distinti in sei macrocategorie (cfr. tabella 9): 1) geometria (elevato raggio di deflessione per attraversamento, insufficiente o troppo elevato angolo di deviazione del braccio di immissione, elevata larghezza dell'ingresso, eccentricità del braccio di immissione rispetto al centro della rotondina, raggio di ingresso elevato, raggio di uscita elevato, elevata larghezza dell'uscita, elevato raggio di deflessione per svolta a destra, pendenza eccessiva del ramo di ingresso, elevata larghezza dell'anello, basso raggio di immissione); 2) segnaletica orizzontale (linea

arresto assente o degradata, iscrizione di dare precedenza assente o inadeguata, assenza di isola divisionale materializzata nel ramo di approccio, strisce longitudinali assenti o degradate, strisce di corsia assenti o degradate, sosta consentita nell'area di intersezione, attraversamento pedonale assente, degradato o con errato posizionamento, isola divisionale non materializzata nel ramo di approccio assente o degradata, cordolo dell'isola divisionale materializzata nel ramo di approccio pericoloso, cordolo dell'isola centrale pericoloso); 3) segnaletica verticale (segnale fig. Il 238 "preavviso rotatoria" assente, segnale fig. Il 27 "circolazione rotatoria" assente, segnale fig. Il 84 "rotatoria" assente o inefficace, segnale fig. Il 36 "dare precedenza" assente o inefficace, cartellonistica pubblicitaria nell'area di intersezione, segnali fig. Il 248 di "direzione" assenti o inefficaci, segnale fig. Il 80/c "direzione obbligatoria a destra" assente o inefficace, segnale fig. Il 472 "delineatore speciale di ostacolo" assente o inefficace; 4) ambiente stradale (presenza di ostacoli alla visibilità, veicoli in sosta vietata, posizionamento dei pali dell'illuminazione errato in relazione alla configurazione geometrica della rotatoria, accessi nell'area di intersezione, attività commerciali nell'area di intersezione, ostacoli accidentali in carreggiata, illuminazione inadeguata, marciapiedi dissestati, dissuasori di sosta pericolosi); 5) pavimentazione (aderenza insufficiente, irregolarità, presenza di macchia d'olio); 6) utenti (guida in stato di ebbrezza).

Complessivamente, ossia da sola o in combinazione con altri fattori, la geometria è risultata un fattore contributivo in 89 incidenti (72,4%). La segnaletica orizzontale o verticale è un fattore contributivo in 87 incidenti (70,7%). Separando segnaletica orizzontale e verticale gli altri fattori contributivi sono nell'ordine: segnaletica orizzontale, segnaletica verticale, ambiente stradale, pavimentazione e utenti (cfr. tabella 9).

**Tabella 9 Presenza complessiva dei fattori contributivi.**

|                                     | N  | %    |
|-------------------------------------|----|------|
| Geometria                           | 89 | 72,4 |
| Segnaletica orizzontale o verticale | 87 | 70,7 |
| Segnaletica orizzontale             | 77 | 62,6 |
| Segnaletica verticale               | 69 | 56,1 |
| Ambiente stradale                   | 31 | 25,2 |
| Pavimentazione                      | 25 | 20,3 |
| Utenti                              | 3  | 2,4  |

Solo in 35 incidenti (28,5%) si è riscontrata la presenza di una sola categoria di fattori contributivi, nei rimanenti 88 incidenti (71,5%) si sono riscontrati da due a cinque categorie di fattori (cfr. tabella 10). Ciò testimonia che la maggior parte degli incidenti sono dovuti alla presenza contemporanea di più problemi di sicurezza. Aggregando segnaletica orizzontale e verticale, in 12 incidenti (9,8%) la segnaletica risulta l'unico fattore contributivo.

La combinazione di categorie di fattori contributivi più frequente è risultata la seguente (34 incidenti, 27,6%): geometria, segnaletica orizzontale e segnaletica verticale.

**Tabella 10 Fattori contributivi.**

| Fattori contributivi                        | N         | %           |
|---|-----------|-------------|
| <b>Fattore unico</b>                        |           |             |
| Geometria                                   | 12        | 9,8         |
| Segnaletica orizzontale                     | 5         | 4,1         |
| Segnaletica verticale                       | 2         | 1,6         |
| Ambiente stradale                           | 7         | 5,7         |
| Pavimentazione                              | 9         | 7,3         |
| <b>Sub-totale</b>                           | <b>35</b> | <b>28,5</b> |
| <b>Due fattori</b>                          |           |             |
| Geometria e segnaletica orizzontale         | 9         | 7,3         |
| Geometria e segnaletica verticale           | 4         | 3,3         |
| Geometria e ambiente                        | 2         | 1,6         |
| Geometria e pavimentazione                  | 3         | 2,4         |
| Segnaletica orizzontale e verticale         | 5         | 4,1         |
| Segnaletica orizzontale e utenti            | 1         | 0,8         |
| Segnaletica verticale e pavimentazione      | 1         | 0,8         |
| Pavimentazione e ambiente stradale          | 2         | 1,6         |
| Ambiente e utenti                           |           |             |
| <b>Sub-totale</b>                           | <b>27</b> | <b>22,0</b> |
| <b>Tre fattori</b>                          |           |             |
| Geometria, segnaletica or e segnaletica ver | 34        | 27,6        |
| Geometria, segnaletica or e amb             | 2         | 1,6         |
| Geometria, segnaletica or e utenti          | 1         | 0,8         |
| Geometria, segnaletica ver e amb            | 1         | 0,8         |
| Geometria, ambiente e utenti                | 1         | 0,8         |
| Segnaletica or, ver e amb                   | 1         | 0,8         |
| <b>Sub-totale</b>                           | <b>40</b> | <b>32,5</b> |
| <b>Quattro fattori</b>                      |           |             |
| Geometria, segnaletica or, ver e pavim      | 6         | 4,9         |
| Geometria, segnaletica or, ver e amb        | 11        | 8,9         |
| Geometria, segnaletica ver, pav e amb       | 2         | 1,6         |
| Segnaletica or, ver, pavim e amb            | 1         | 0,8         |
| <b>Sub-totale</b>                           | <b>20</b> | <b>16,3</b> |
| <b>Cinque fattori</b>                       |           |             |
| Geometria, segnaletica or, ver, pavim e amb | 1         | 0,8         |
| <b>Sub-totale</b>                           | <b>1</b>  | <b>0,8</b>  |

### 5.3 La segnaletica orizzontale

In 77 incidenti (62,6%) la segnaletica orizzontale è risultata uno dei fattori contributivi. Quasi sempre è presente insieme al fattore geometria (64 incidenti, 83,1% degli incidenti in cui è presente il fattore segnaletica orizzontale). In molti casi (59 incidenti, 76,6% degli incidenti in cui è presente il fattore segnaletica orizzontale) i fattori segnaletica orizzontale e verticale sono presenti contemporaneamente.

In 5 incidenti (4,1%) la segnaletica orizzontale è risultata l'unico fattore contributivo, rappresentato dalla sosta consentita nei rami di ingresso (2 casi) o di uscita (3 casi) dalla rotatoria. Quattro di questi incidenti sono avvenuti nel ramo V.le Giochi del Mediterraneo della rotatoria 10, dove la presenza di un cinema crea una considerevole domanda di sosta. Questi incidenti sono avvenuti con auto che effettuavano la manovra di parcheggio. Nel tratto in esame la sosta è del tipo obliquo ed è consentita in entrambi i lati di entrambe le carreggiate (cfr. fig. 4). Un incidente è avvenuto per urto contro un taxi fermo in un posteggio taxi sito nel ramo di ingresso in rotatoria (cfr. fig. 5).



**Figura 4** Sosta obliqua nella rotatoria 10 (V.le Giochi del Mediterraneo).



**Figura 5** Sosta dei taxi nella rotatoria 12 (Via A. Falcone).

I fattori contributivi più frequenti (cfr. tabella 11) sono legati all'assenza o al degrado della segnaletica di dare precedenza (linea di arresto e iscrizione di dare precedenza, fig. II 442/a reg.). Ai fini dell'analisi l'eventuale iscrizione di stop è stata considerata equivalente a quella di dare precedenza.

**Tabella 11** Fattori contributivi relativi alla segnaletica orizzontale.

| Fattore contributivo   | N  | %    |
|--|----|------|
| Linea di arresto assente o degradata   | 54 | 43,9 |
| Iscrizione di dare precedenza assente o inadeguata                             | 52 | 42,3 |
| Assenza di isola divisionale materializzata nel ramo di approccio              | 11 | 8,9  |
| Strisce longitudinali assenti o degradate                                      | 8  | 6,5  |
| Strisce di corsia assenti o degradate  | 8  | 6,5  |
| Sosta consentita nell'area di intersezione                                     | 7  | 5,7  |
| Attraversamento pedonale assente, degradato o con errato posizionamento        | 5  | 4,1  |
| Isola divisionale non materializzata nel ramo di approccio assente o degradata | 3  | 2,4  |
| Cordolo dell'isola divisionale materializzata nel ramo di approccio pericoloso | 3  | 2,4  |
| Cordolo dell'isola centrale pericoloso   | 2  | 1,6  |

In 52 incidenti (42,3%) i fattori linea di arresto assente o degradata e iscrizione di dare precedenza assente o inadeguata sono presenti contemporaneamente (cfr. fig.6). La maggior parte di questi incidenti (28) sono del tipo fronto-laterale in ingresso e sono legati principalmente al mancato rispetto della regola di precedenza per i veicoli circolanti sull'anello. I tamponamenti in ingresso per i quali l'assenza della segnaletica orizzontale di precedenza è risultata un fattore contributivo sono 15. In particolare si rileva che nel 79,6% degli incidenti in ingresso del tipo fronto-laterale e tamponamento (43 incidenti su 54) l'assenza o il degrado della segnaletica orizzontale di dare precedenza è risultata un fattore contributivo dell'incidentalità. In due incidenti in ingresso, un fronto-laterale e un tamponamento, è presente poi il fattore contributivo linea di arresto assente o degradata.



**Figura 6** Segnaletica orizzontale di precedenza inefficace (V.le delle Metamorfosi) della rotatoria 8 (5 incidenti per scontro fronto-laterale in ingresso).

Il cordolo dell'isola centrale è risultato un fattore contributivo in due incidenti (cfr. fig. 7). In questi casi il

cordolo non è del tipo sormontabile e non consente il recupero della traiettoria per i veicoli che fuoriescono.



Figura 7 Cordolo dell'isola centrale pericoloso nella rotatoria 11 (Via Cinthia).

#### 5.4 La segnaletica verticale

In 69 incidenti (56,1%) la segnaletica verticale è risultata uno dei fattori contributivi. Quasi sempre il fattore contributivo segnaletica verticale è presente insieme al fattore geometria (59 incidenti, 85,5% degli incidenti in cui è presente il fattore segnaletica verticale). In 2 incidenti (1,6%) la segnaletica verticale è risultata l'unico fattore contributivo.

E' di particolare rilievo evidenziare che su un totale di 34 incidenti per scontro fronto-laterale in approccio, la segnaletica verticale risulta un fattore contributivo in 33 incidenti (97,1%).

Tabella 12 Fattori contributivi relativi alla segnaletica verticale.

| Fattore contributivo  | N  | %    |
|---|----|------|
| Segnale fig. Il 238 "preavviso rotatoria" assente                           | 66 | 53,7 |
| Segnale fig. Il 38 "preavviso di dare precedenza"                           | 63 | 51,2 |
| Segnale fig. Il 27 "circolazione rotatoria" assente                         | 60 | 48,8 |
| Segnale fig. Il 84 "rotatoria" assente o inefficace                         | 48 | 39,0 |
| Segnale fig. Il 36 "dare precedenza" assente o inefficace                   | 39 | 31,7 |
| Cartellonistica pubblicitaria nell'area di intersezione                     | 15 | 12,2 |
| Segnali fig. Il 248 di "direzione" assenti o inefficaci                     | 4  | 3,3  |
| Segnale fig. Il 80/c "direzione obbligatoria a destra" assente o inefficace | 4  | 3,3  |
| Segnale fig. Il 472 "delineatore speciale di ostacolo" assente o inefficace | 1  | 0,8  |

I fattori contributivi più frequenti (cfr. tabella 12) sono legati all'assenza del segnale preavviso rotatoria (66 incidenti, 53,7%) e del segnale preavviso di dare precedenza (63 incidenti, 51,2%). Entrambi i segnali hanno lo scopo di avvisare i conducenti del comportamento da attuare in rotatoria e la loro assenza favorisce elevate velocità di approccio e mancato rispetto delle regole di precedenza. In alcune situazioni

(cfr. figg. 8 e 9) in luogo del segnale fig. Il 238 "preavviso rotatoria" è installato il segnale fig. Il 244 di "preselezione", che probabilmente era già presente prima della conversione delle intersezioni lineari in rotatoria. L'utilizzo del segnale di preselezione in rotatoria favorisce una serie di comportamenti pericolosi: 1) fornisce una falsa informazione agli utenti che può generare un effetto sorpresa nell'ingresso in rotatoria; 2) fornisce la errata informazione che i veicoli in attraversamento godono del diritto di precedenza, con conseguenti elevate velocità di approccio e mancato rispetto della regola di precedenza all'anello.



Figura 8 Segnaletica di preselezione installato in luogo del segnale preavviso rotatoria (rotatoria 1, Via Argine).



Figura 9 Segnaletica di preselezione installato, sul lato errato, in luogo del segnale preavviso rotatoria (rotatoria 8, V.le Metamorfosi).

Il segnale fig. Il 84 "rotatoria" assente o inefficace è risultato un fattore contributivo in 48 incidenti (39,0%). Come avviene per la segnaletica orizzontale di dare precedenza, anche il segnale rotatoria risulta un fattore contributivo prevalentemente negli incidenti in ingresso del tipo fronto-laterale (29 incidenti, 60,4% degli incidenti in cui è presente il fattore segnale rotatoria) e

tamponamento (13 incidenti, 27,1% degli incidenti in cui è presente il fattore segnale rotatoria).

Il segnale rotatoria talvolta è assente (cfr. fig. 10), altre volte è installato in posizione inadeguata (cfr. fig. 11), risulta del tutto inefficace (cfr. fig. 12) o è addirittura accoppiato con il segnale fig. Il 80/a “direzione obbligatoria diritto” (cfr. fig. 13).



**Figura 10** Segnale direzione obbligatoria installato in luogo del segnale rotatoria (rotatoria 4, raccordo con la Tangenziale).



**Figura 11** Segnale rotatoria installato in posizione inadeguata (rotatoria 3, via Ghisleri).



**Figura 12** Segnale rotatoria “inefficace” (rotatoria 8, V.le Metamorfosi).



**Figura 13** Segnale rotatoria in posizione inadeguata accoppiato con segnale di obbligo incongruente (rotatoria 8, Via Pacioli).

Il segnale fig. Il 36 “dare precedenza” assente, non visibile o inefficace (cfr. fig. 14) è un anch’esso un fattore contributivo in rilevante parte degli incidenti legati al mancato rispetto delle regole di precedenza.



**Figura 14** Segnale dare precedenza inefficace (rotatoria 9, cavalcavia di Ponticelli).

Un aspetto sorprendente è costituito dall’aver riscontrato il fattore contributivo cartellonistica pubblicitaria in 15 incidenti, costituiti in prevalenza da fronto-laterali in ingresso (8 incidenti) e tamponamenti in ingresso (4 incidenti). La cartellonistica pubblicitaria rappresenta un fattore di distrazione, come dimostrato da studi effettuati in Canada e in Giappone (cfr. par. 2.5), e nelle intersezioni, dove il compito di guida è complesso e richiede elevata attenzione, può risultare particolarmente pericoloso. La pericolosità della cartellonistica pubblicitaria nelle intersezioni è inoltre ben recepita nella legislazione italiana (cfr. par. 2.5). Il Regolamento (art. 51) vieta difatti l’installazione di pubblicità nelle intersezioni e la Direttiva per il controllo della pubblicità (Ministero LL.PP., 1998) afferma che “... le installazioni

pubblicitarie ... collocate in corrispondenza o in immediata prossimità delle intersezioni ... costituiscono immediato pericolo per la circolazione". Negli incidenti esaminati i cartelli pubblicitari individuati come fattori contributivi degli incidenti sono posizionati negli appositi spazi autorizzati dall'Ente gestore della strada (cfr. figg. 15 e 16).



**Figura 15** Cartellonistica pubblicitaria nell'area di intersezione (rotatoria 4, via Pigna).



**Figura 16** Cartellonistica pubblicitaria nell'area di intersezione (rotatoria 4, via Giustiniano).

## 6 CONCLUSIONI

Complessivamente, ossia da sola o in combinazione con altri fattori, la segnaletica orizzontale o verticale è risultata un fattore contributivo in 87 incidenti (70,7%). Disaggregando segnaletica orizzontale e verticale, quella orizzontale risulta un fattore contributivo in 77 incidenti (62,6%) e quella verticale in 69 incidenti (56,1%). In 12 incidenti (9,8%) la segnaletica risulta l'unico fattore contributivo, al pari della geometria. In 59 incidenti (48,0%) i fattori contributivi sono la segnaletica e la geometria.

L'effetto del miglioramento della segnaletica sull'incidentalità può essere pertanto stimato

nell'intervallo compreso tra il 10 e il 70%. L'estremo inferiore dell'intervallo è relativo all'ipotesi in cui la segnaletica ha effetto solo sugli incidenti in cui essa risulta l'unico fattore contributivo. L'estremo superiore è relativo all'ipotesi in cui il miglioramento della segnaletica ha effetto su tutti gli incidenti in cui essa risulta uno dei fattori contributivi. Dato che gli incidenti stradali sono generati da una catena di eventi e ogni intervento che rimuove uno degli elementi della catena può essere efficace, è ragionevole attendersi che gli interventi di miglioramento della segnaletica possano risultare efficaci nella prevenzione di almeno metà degli incidenti in cui aspetti relativi alla segnaletica risultano una concausa. Basandosi su questa premessa, per il caso di studio, si stima che il miglioramento della segnaletica può ridurre l'incidentalità di circa il 40%. Questo risultato, pur relativo ad uno scenario in cui la segnaletica esistente è caratterizzata da notevoli incongruenze e mancanze, conferma i risultati riportati in letteratura.

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare l'ufficio SIS della Polizia Municipale di Napoli, diretto dal Tenente Vincenzo Capone, che ha consentito la consultazione dei rapporti degli incidenti stradali, e gli Ingg. Giulio Gambardella, Giacomo Genovino, Ivan Longano, Antonio Lubrano, Giovanni Melillo, Andrea Ronza e Giuseppe Savastano per il supporto fornito nei rilievi e nella raccolta dati.

## BIBLIOGRAFIA

- AIPCR, 2004. *Road Safety Manual*.
- Andreassen, 1994. *Model guidelines for road accident data and accident types: Version 2001*. ARRB Technical Manual, Melbourne, Australia.
- Akagi, Y., Seo, T., Motoda, Y., 1996. *Influence of Visual Environments on Visibility of Traffic Signs*. Transportation Research Record n.1553, Washington, D.C., USA, pp. 53-58.
- Austroroads, 2004. *Guide to Traffic Engineering Practice series PART 4: Treatment of crash locations*. Austroroads Publication AP-G11.4/04, Sydney, New South Wales, Australia.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2004. *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*. Bozza di norma approvata con voto n. 204/04 del 30 luglio 2004.

- D.Lgs 30 aprile 1992 n.285, G.U. n 114 del 18 maggio 1992. Nuovo Codice della Strada.
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n.495, G.U. n 303 del 28 dicembre 1992. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- Glauz, W.D., Bauer, K.M., Migletz, D.J., 1985. *Expected Traffic Conflict Rates and Their Use in Predicting Accidents*. Transportation Research Record n.1026, Washington, D.C., USA, pp. 1-12.
- Gorell, R.S.J., Tootill, W., 2001. *Monitoring Local Authority road safety schemes using MOLASSES*. Report TRL 512, Crowthorne, UK.
- Guichet, B., 2005. *Evolution of Roundabouts in France and new uses*. TRB National Roundabout Conference, Vail, Colorado, USA.
- Highways Agency, 1993. *Design Manual of Roads and Bridges. Volume 6, Section 2, Part 3, TD 16/93. Geometric Design of Roundabouts*. UK.
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M.A., 2006. *The possible safety benefits of enhanced road markings: A driving simulator evaluation*. Transportation Research Part F, vol 9, UK, pp. 77–87.
- Kennedy, J., Peirce, J., Summersgill, I., 2005. *Review of Accident Research at Roundabouts*. TRB National Roundabout Conference, Vail, Colorado, USA.
- McKnight, A., McKnight, A., & Tippetts, A., 1998. *The effect of lane width and contrast upon lane keeping*. Accident Analysis and Prevention, volume 30 n.5, UK, pp. 617–624.
- Migletz, J., Fish, J.K., Graham, J.L., 1994. *Roadway Delineation Practices Handbook*. Report FHWA-SA-93-001, Washington, D.C., USA.
- Miller, T.R., 1992. *Benefit–cost analysis of lane marking*. Transportation Research Record n.1334, Washington, D.C., USA, pp. 38–45.
- Ministero LL.PP. Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, 1998. *Direttiva 17 marzo 1998 Pubblicità lungo le strade o in vista di esse - Art. 23 del D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni. Direttiva per il controllo della pubblicità abusiva*.
- Ministero LL.PP., 2000. *Direttiva 24 ottobre 2000 sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione*.
- Ministero LL.PP. Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, Università degli di Napoli Federico II, Università degli Studi di Messina, 2000. *Definizione dei principali temi di ricerca per il miglioramento della sicurezza delle infrastrutture nel breve, medio e lungo periodo - rapporto finale*.
- Neuman, T. R., Pferer, R., Slack, K. L., Hardy, K. K., Harwood, D.W., Potts, I.B., Torbic, D.J., Kohlman Rabbani, E.R., 2003. *Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan. Volume 5: A Guide for Addressing Unsignalized Intersection Collisions*. NCHRP Report 500, Washington, D.C., USA.
- Odgen, K., 1996. *Safer Roads: a Guide to Road Safety Engineering*. Avebury Technical, Cambridge, UK.
- Proctor, S., Belcher M., Cook, P., 2001. *Practical Road Safety Auditing*. Thomas Telford, London, UK.
- ROSPA The Royal Society for Prevention of Accidents, 2002. *Road Safety Engineering Manual*. Birmingham, UK.
- SETRA, 1998. *The Design of Interurban Intersections on Major Roads. At-grade intersections*. Bagneux Cedex, France.
- Shen, J., Rodriguez, A., Gan, A., 2004. *Development and Application of Crash Reduction Factors: State-of-the-Practice Review of State Departments of Transportation*. 83<sup>th</sup> TRB Annual Meeting, Washington, D.C., USA.
- Smiley, A., Persaud, B., Bahar, G., Mollett, C., Lyon, C., Smahel, T., Kelman, W.L., 2005. *Traffic Safety Evaluation of Video Advertising Signs*. Transportation Research Record n.1937, Washington, D.C., USA, pp. 105-112.
- TAC, 2004. *The Canadian guide to in-service road safety reviews*. Ottawa, Canada.
- TRL, 2000. *Monitoring of Local Authority Safety Schemes (MOLASSES) Database*. Crowthorne, UK, <http://www.trl.co.uk/molasses>, accesso effettuato il 12 giugno 2006.
- VSS, 1999. *SN 640 263 Carrefours giratoires*. Zurich, Swiss.
- Washington State Department of Transportation, 1998. *Local Agency Safety Management System*. USA.
- Wilkie, S., Tate, F., 2003. *Safety Audit of Existing Roads: Developing a Less Subjective Assessment*. Transfund New Zealand Report n. OG/0306/24S. Wellington, New Zealand.