

SAFETY REVIEW PER ROTATORIE STRADALI

Maria Cristina Crisafulli ⁽¹⁾, Salvatore Leonardi ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dottoranda di ricerca in Ingegneria delle Infrastrutture Viarie – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università degli Studi di Catania

⁽²⁾ Ricercatore universitario e Docente di Infrastrutture Viarie Urbane e Metropolitane – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università degli Studi di Catania

Le questioni relative alle analisi di sicurezza per le intersezioni stradali presenti nei contesti urbani, sono state recentemente trattate dal presente gruppo di ricerca (*Safety review per incroci in ambito urbano. Le Strade, n° 5. Maggio 2005*). In particolare, è stata proposta una metodologia, strutturata mediante step successivi ed adeguatamente trasposta sotto forma di software, da impiegare sia per l'individuazione dei fattori di pericolosità insiti nei nodi stradali urbani, sia per l'identificazione delle contromisure da adottare al fine di incrementare il livello di sicurezza offerto dagli incroci medesimi.

Con il presente contributo, gli scriventi intendono proporre un'analogha procedura metodologica, ad esclusivo supporto delle analisi di sicurezza inerenti alle rotatorie stradali, sia urbane che extraurbane.

Si riportano, nel box successivo, le checklist costituenti la struttura di base della procedura di safety review per le rotatorie. Nello specifico, si tratta di liste di controllo da utilizzare per le cosiddette indagini di primo livello, ovvero quelle da effettuare mediante semplice osservazione dei siti, senza eseguire controlli approfonditi o prove complesse.

La parte conclusiva è dedicata all'esposizione di una serie di casi studio, relativi ad alcune intersezioni a circolazione rotatoria presenti in diversi contesti (urbano, suburbano ed extraurbano).

Gli autori intendono ancora una volta precisare che qualunque procedura d'indagine basata su liste di controllo deve sempre considerarsi come uno strumento di ausilio per il gruppo di esperti che attua le operazioni di audit o di review, e non potrà mai sostituire l'esperienza e la competenza dei professionisti impiegati per tale scopo.

BOX

INDAGINI DI PRIMO LIVELLO PER LE ROTATORIE STRADALI

La rotatoria è ben visibile sia di giorno che di notte?

Obiettivi:

Quando la luce del giorno diventa troppo debole per assicurare una idonea visibilità dell'intersezione, l'illuminazione pubblica (artificiale) interviene al fine di mantenere un sufficiente livello di sicurezza. Giocando quindi sul colore e l'intensità delle sorgenti luminose, sull'altezza e la disposizione dei supporti, è necessario assicurare l'adeguata visibilità e la corretta leggibilità dell'intersezione anche nelle ore notturne.

Punti da controllare:

Verificare che l'illuminazione presente in prossimità e all'interno della rotatoria sia adeguata a garantire una corretta interpretazione delle caratteristiche geometriche e del funzionamento dell'intersezione nelle ore notturne.

Nel caso di mini-rotatorie, è opportuno controllare che il rivestimento dell'isola centrale (in particolare dei bordi) e la segnaletica assicurino una percezione notturna sufficiente anche col solo ausilio dell'illuminazione prodotta artificialmente dai fari delle vetture.

Possibili soluzioni:

Realizzazione di un impianto di illuminazione artificiale (se assente). Nel caso di inadeguatezza di un impianto esistente occorre verificare le caratteristiche (tipologia di apparecchi luminosi, altezza delle sorgenti, disposizione planimetrica dei pali) e provvedere ad interventi migliorativi (ad es. installazione di una torre-faro). Sempre nel caso di impianti esistenti è comunque necessario prevedere un adeguato programma di manutenzione.

Nel caso delle mini-rotatorie, si consiglia di adottare, per l'isola centrale, rivestimenti con tonalità cromatiche chiare e possibilmente con caratteristiche catarifrangenti, in modo da originare un netto contrasto con la pavimentazione stradale. Se necessario, bisogna sostituire la segnaletica orizzontale presente con altra retroriflettente. In ogni caso, è

indispensabile evidenziare l'intersezione, creando un livello di illuminazione maggiore sull'isola centrale; a tal fine è possibile installare alcuni punti luce attorno all'isola e orientati di fronte alle entrate.

È garantita la visibilità a sinistra per gli utenti in avvicinamento?

Obiettivi:

Gli utenti in procinto di immettersi in rotatoria devono dare la precedenza a coloro i quali percorrono già l'anello. Essi devono quindi individuare i veicoli che hanno la priorità prima di giungere alla linea di "dare precedenza". Per una rotatoria a quattro bracci è necessario consentire la visibilità sul quarto sinistro dell'anello da una distanza di 20 m dal bordo d'entrata. Nel caso di rotatoria a 3 rami, la zona entro cui deve essere garantita la visibilità si deve estendere fino all'innesto viario più prossimo in sinistra.

Punti da controllare:

Verificare che non esista alcun ostacolo alla reciproca visibilità (vegetazione, cartelloni pubblicitari, elementi di arredo urbano, ecc.) tra veicoli e pedoni:

- sugli ultimi 20 m delle isole divisionali dei rami secondari;
- su una fascia di 2 m all'esterno della rotatoria.

Possibili soluzioni:

Eliminazione dei possibili ostacoli alla visibilità reciproca tra gli utenti che si immettono nella rotatoria e quelli che percorrono l'anello, nei tratti precedentemente definiti.

È sempre assicurato un adeguato spazio libero da qualunque impedimento visivo tra il veicolo in avvicinamento e la linea di "dare precedenza"?

Obiettivi:

Gli utenti in procinto di immettersi in rotatoria devono possedere un adeguato spazio, legato alla velocità di percorrenza del ramo, sgombro da qualunque impedimento visivo in modo tale da poter arrestare il veicolo in piena sicurezza prima di giungere alla linea di "dare precedenza".

Punti da controllare:

Verificare che non esista alcun ostacolo alla visibilità (vegetazione, cartelloni pubblicitari, elementi di arredo urbano, ecc.) tra il veicolo e la linea del "dare precedenza" per un tratto almeno pari alla distanza di visibilità per l'arresto. Tale distanza è legata alla velocità posseduta dal veicolo lungo il ramo di accesso alla rotatoria (la quale, a sua volta, è funzione del raggio di curvatura in ingresso, della pendenza trasversale e del coefficiente di aderenza trasversale).

Possibili soluzioni:

Rimozione di tutti gli ostacoli alla visibilità dall'area compresa tra l'utente che si immette nella rotatoria e la linea di "dare precedenza" (per una distanza almeno pari a quella di visibilità per l'arresto del veicolo).

La cura riservata all'isola centrale, ed in particolare alla vegetazione in essa presente, permette di disporre di una visuale costantemente libera per i veicoli in circolo sulla corona giratoria?

Obiettivi:

L'isola centrale, soprattutto in prossimità del bordo esterno, deve essere sgombra da elementi alti o voluminosi; ciò al fine di facilitare la presa di coscienza degli utenti a fermarsi al termine del ramo d'accesso o a circolare sull'anello.

Punti da controllare:

Controllare che non vi siano ostacoli visivi (vegetazione o altro) che impediscano la visibilità posti a meno di 2 m dal bordo esterno dell'isola centrale se questa è delimitata da bordo insormontabile o, in caso contrario, a meno di 2,5 metri a partire dalla linea di demarcazione.

Possibili soluzioni:

Eliminazione di tutti gli elementi che impediscono la visibilità presenti su una corona di 2 m di larghezza dal bordo esterno dell'isola centrale o, in assenza di bordo sormontabile, su una corona di 2,5 m dalla linea di demarcazione dell'isola.

L'isola centrale è ben centrata rispetto agli assi dell'intersezione?

Obiettivi:

Il decentramento dell'isola rispetto all'intersezione degli assi spesso fa sì che la rotatoria non sia visibile ai veicoli in avvicinamento.

La disposizione dei rami e il corretto posizionamento rispetto ad essi dell'isola centrale sono quindi elementi fondamentali per garantire una esatta percezione della rotatoria e per determinare il rispetto delle regole di circolazione attorno all'isola da parte dei veicoli. Il decentramento dell'isola centrale, inoltre, può dare origine a traiettorie con scarsa deflessione per alcuni utenti (impedendo il controllo della velocità) e con eccessiva deflessione per altri.

Punti da controllare:

Nel caso di rotatoria a tre rami, bisogna verificare che l'isola centrale sia ben centrata sull'asse principale per evitare una traiettoria troppo rettilinea, che poco favorisce il rispetto del regime bdi priorità in rotatoria, o, al contrario, una traiettoria a forte deflessione, che ostacola e complica fortemente l'aggiramento dell'isola.

Nel caso di rotatoria a quattro bracci, occorre controllare che la disposizione dei rami sia la più ortogonale possibile.

Si ricorda che non è ammissibile, in ogni caso, che l'allineamento di un braccio sia spostato più a destra del punto centrale della rotatoria. In tal caso, infatti, si verrebbe a generare un'inclinazione del ramo con angolo ridotto; conseguentemente, la curvatura in entrata non sarebbe più adeguata a controllare le velocità degli utenti e si incrementerebbe il rischio di incidenti causati dalla perdita di controllo del veicolo.

Si può invece ritenere accettabile (pur non rappresentando la soluzione ottimale), l'allineamento di un ramo con spostamento a sinistra che permette di ottenere una curvatura maggiore in ingresso, adeguata a limitare la velocità.

Possibili soluzioni:

L'azione migliore da intraprendere consiste nella riqualificazione dell'intersezione, attraverso la variazione delle caratteristiche geometriche e, in particolare, il centramento dell'isola rispetto agli assi. Qualora ciò non fosse possibile, si consiglia il potenziamento della segnaletica preposta ad indicare la presenza della rotatoria, o, in alternativa, qualunque intervento mirato a garantire una sicura percezione dell'incrocio.

La canalizzazione degli utenti sulla carreggiata è ben realizzata?

Obiettivi:

È importante canalizzare adeguatamente gli utenti per favorire la deflessione delle traiettorie nella rotatoria. L'esecuzione delle corrette traiettorie di deflessione è fondamentale ai fini della regolamentazione della velocità dei veicoli nelle manovre attorno all'isola centrale, e, quindi, ai fini della percorribilità in sicurezza della corona giratoria.

Punti da controllare:

- Verificare che le traiettorie di entrata siano dirette correttamente verso il centro della rotatoria.
- Verificare che le traiettorie di uscita siano ben definite (flussi in uscita adeguatamente canalizzati).
- Controllare che la disposizione dei rami non dia origine a traiettorie di immissione tangenti alla corona giratoria o rettilinee.
- Controllare che la segnaletica orizzontale sia leggibile, al fine di evitare ogni possibile ambiguità nelle manovre dei veicoli e nelle loro traiettorie.

Possibili soluzioni:

Variazione della conformazione delle isole divisionali (materializzate o tracciate sulla pavimentazione stradale) al fine di canalizzare opportunamente i veicoli.

Si può, inoltre, prevedere di variare la connotazione geometrica delle curve di raccordo in corrispondenza dei rami di accesso e/o di uscita.

Occorre poi introdurre, se assente, un'adeguata segnaletica orizzontale, opportunamente estesa, per agevolare la canalizzazione in corrispondenza della rotatoria. Nel caso in cui la segnaletica a terra sia in cattivo stato, bisogna prevederne il totale rifacimento.

Nel caso in cui sia presente una corsia diretta di svolta a destra si sono tenuti in considerazione i rischi di una cattiva percezione e l'eventualità di conflitti con le utenze deboli?

Obiettivi:

La realizzazione di una corsia diretta di svolta a destra è da prendere in considerazione solo nei casi in cui, per effetto di notevoli flussi veicolari che intendono svoltare a destra, si creano, sulla rotatoria, gravi fenomeni di congestione in parecchie ore della giornata. In questi casi, la presenza di una corsia dedicata inibisce l'immissione sulla corona giratoria da parte del flusso svoltante a destra, impedendo la saturazione della rotatoria stessa.

Le corsie di svolta a destra generano poi due tipologie di problemi: possono incrementare i conflitti tra veicoli e utenze deboli (pedoni e ciclisti), e peggiorano la leggibilità dell'intersezione.

Punti da controllare:

- Verificare il livello di leggibilità in prossimità dell'area d'incrocio.
- Rilevare i possibili problemi per i pedoni e i ciclisti provocati da tale soluzione.

Possibili soluzioni:

Rendere chiaramente percettibile la presenza della corsia supplementare per la svolta a destra; ciò può essere realizzato tramite opportuna segnaletica verticale. Gli attraversamenti pedonali e le corsie ciclabili eventualmente presenti devono essere posizionati in modo da evitare le interferenze tra gli utenti deboli ed i veicoli che usufruiscono della corsia diretta per la svolta a destra.

Si è verificato che l'isola centrale non contenga ostacoli che possano aggravare le conseguenze di una eventuale fuoriuscita dalla carreggiata?

Obiettivi:

Gli ostacoli rigidi (alberi, pali di illuminazione, arredo urbano, ecc.) sono frequentemente utilizzati sull'isola centrale delle rotatorie per migliorare la percezione e l'identificazione dell'intersezione a circolazione rotatoria. La presenza di tali ostacoli, però, costituisce un pericolo in caso di perdita di controllo del veicolo, sia nel caso di rotatorie extraurbane, che nel caso di incroci situati in aree periurbane o in ingresso di città (soprattutto se le velocità di avvicinamento sono ancora troppo elevate).

Punti da controllare:

- Valutare il rischio di perdita di controllo del veicolo in relazione alla tipologia di rotatoria, alla sua posizione sul percorso, alle velocità di approccio ed alla leggibilità generale dell'incrocio.
- Rilevare gli ostacoli più pericolosi, presenti sull'isola centrale, situati lungo le traiettorie che i veicoli percorrerebbero in caso di perdita di controllo del mezzo sull'anello.

Possibili soluzioni:

Nel caso di rotatorie poste in zone extraurbane o periurbane e, comunque, in tutti quei casi in cui l'approccio all'intersezione avviene a velocità superiore a 50 km/h, si consiglia di rimuovere tutti gli ostacoli rigidi situati a meno di una decina di metri dal bordo esterno dell'isola centrale.

Ingressi e uscite sono opportunamente separati da un'isola divisionale?

Obiettivi:

Le isole divisionali rialzate, poste sui vari rami di una rotatoria, favoriscono la percezione dell'intersezione in avvicinamento, fungono da guida per l'automobilista, inducono a rallentare e a rispettare il regime di precedenza, consentono l'impianto di segnaletica e, nel caso di configurazioni in ambito urbano, possono avere anche la funzione di rifugio per i pedoni.

Le isole divisionali semplicemente tracciate sulla pavimentazione sono consentite nei casi in cui i bracci delle rotatorie sono costituiti da strade secondarie di scarsa importanza o in presenza di rami a senso unico. Per le mini-rotatorie la configurazione standard delle isole divisionali è quella totalmente sormontabile o tracciata a terra.

Punti da controllare:

Nei casi in cui è richiesta la presenza di isole di separazione materializzate, occorre verificarne l'esistenza su ogni ramo. Ciascuna isola deve essere poi dotata di apposito bordo rialzato e abbastanza larga (circa 2 m) per permettere il rifugio di un pedone (ciò nel caso di rotatorie ubicate in contesti in cui non sono trascurabili i flussi pedonali).

Qualora il contesto di analisi richieda isole divisionali disegnate sulla pavimentazione, bisogna controllarne le condizioni (corretto tracciamento, livello di manutenzione, efficacia per la visione notturna, ecc.).

Possibili soluzioni:

Realizzazione o adeguamento delle isole divisionali di ingresso-uscita su ogni ramo della rotatoria. I criteri di dimensionamento delle isole devono necessariamente tener conto delle caratteristiche fisiche della rotatoria ed in particolare dell'entità del raggio della corona giratoria.

In caso di mini-rotatoria, essa è inserita su strade percorse a velocità inferiore o al massimo uguale a 50 Km/h?

Obiettivi:

L'utilizzo della mini-rotatoria, per ragioni di sicurezza, è riservato esclusivamente ai contesti urbani. In particolare, le mini-rotatorie si adattano bene in presenza di intersezioni secondarie di una rete percorsa a velocità limitata (50 km/h) o per le intersezioni principali di una zona 30.

Punti da controllare:

- Analizzare il campo di utilizzo della mini-rotatoria, facendo particolarmente attenzione alle velocità di approccio.
- Verificare che la mini-rotatoria non rappresenti il luogo di transizione tra due tipologie di strade troppo differenti.

Possibili soluzioni:

Riqualificazione dell'intersezione, mediante tutti gli accorgimenti progettuali (curvature in ingresso, raggio dell'isola centrale, configurazione delle isole divisionali, ecc.), mirati all'adeguamento della stessa al reale contesto d'analisi. In tale quadro d'azione è poi possibile prevedere l'impianto di dispositivi per la moderazione della velocità lungo i bracci della rotatoria (dossi, cuscini berlinesi, bande sonore, ecc).

Va a vantaggio di sicurezza anche il posizionamento del segnale di limite di velocità in avvicinamento all'incrocio.

In caso di mini-rotatoria, la configurazione dell'isola centrale consente le manovre dei mezzi pesanti?

Obiettivi:

L'isola centrale deve essere chiaramente visibile ed una sopraelevazione di 10-15 cm è consigliabile per aumentarne il livello di percezione. Tuttavia, a causa delle dimensioni ridotte delle mini-rotatorie, potrebbero insorgere problemi per la svolta dei mezzi pesanti e degli autobus. In una mini-rotatoria, pertanto, l'isola centrale deve essere totalmente sormontabile; in tal modo è garantita, per i mezzi pesanti, qualunque manovra di svolta, tramite parziale occupazione dell'isola centrale.

Punti da controllare:

- Verificare che l'isola centrale venga agevolmente sormontata dagli autobus e dai mezzi pesanti.
- Verificare che il sopralzo non superi i 12 cm in caso di presenza, in rotatoria, di bus con pianale ribassato.

Possibili soluzioni:

Adeguamento dell'isola centrale, finalizzato a renderla sormontabile per gli autobus e per i mezzi pesanti.

In caso di mini-rotatoria, le strade afferenti hanno una sola corsia per senso di marcia?

Obiettivi:

Per migliorare la leggibilità delle mini-rotatorie e garantire il controllo della velocità in ingresso, è importante che i rami d'accesso posseggano una sola corsia per senso di marcia.

Punti da controllare:

Controllare il numero di corsie in entrata su ciascun ramo della mini-rotatoria.

Possibili soluzioni:

Riqualificazione dell'intersezione.

È presente la segnaletica verticale obbligatoria?

Obiettivi:

La presenza di alcuni pannelli segnaletici è obbligatoria (ad es. i segnali di dare la precedenza e di avviso di rotatoria prima dell'intersezione e quello di passaggio obbligatorio a destra posto sull'isola centrale).

Punti da controllare:

Verificare la presenza dei segnali verticali obbligatori.

Possibili soluzioni:

Installazione della segnaletica verticale obbligatoria dove mancante.

I segnali verticali favoriscono la leggibilità e facilitano le scelte?

Obiettivi:

È necessario che i pannelli segnaletici diano informazioni coerenti con le regole della circolazione. I segnali verticali devono essere, inoltre, adeguatamente posizionati, regolamentari, ben visibili e privi di ambiguità per l'utente.

Punti da controllare:

I principali criteri di efficacia che si devono verificare sono:

- L'uniformità (divieto di usare pannelli non regolamentari).

- L'omogeneità (assenza di errori di interpretazione).
- La semplicità (evitando la sovrabbondanza di segnali; per i segnali di indicazione, ad esempio, è ammissibile un massimo di sei pannelli sovrapposti).
- La visibilità (una cattiva installazione dei pannelli o la presenza di ostacoli alla visibilità impediscono o limitano la lettura dell'informazione per gli utenti che si avvicinano alla rotatoria. Alcuni segnali verticali costituiscono, a volte, essi stessi degli ostacoli alla visibilità di altra segnaletica).

Possibili soluzioni:

Sostituzione della segnaletica non conforme alle norme, con segnaletica regolamentare. In caso di cattiva installazione, bisogna riposizionare adeguatamente i segnali verticali.

Eliminazione dei segnali non necessari, in quanto la sovrabbondanza di pannelli, oltre a ridurre la percezione da parte degli utenti, rischia di banalizzare le informazioni fornite. Nel caso di eccessiva segnaletica di indicazione, si può anche agire creando nuovi pannelli che sintetizzino le informazioni presenti su due o più pannelli esistenti.

Rimozione di tutti i possibili ostacoli alla visibilità dei segnali verticali (vegetazione, pannelli pubblicitari, arredo urbano, ecc.).

La rotatoria garantisce la sicurezza degli utenti deboli (pedoni e ciclisti)?

Obiettivi:

Bisogna assicurarsi che i pedoni e i ciclisti comprendano facilmente le modalità di fruizione della rotatoria e abbiano una corretta percezione delle manovre eseguite dai veicoli motorizzati.

Punti da controllare:

Verificare che l'approccio alla rotatoria da parte delle utenze deboli avvenga in modo sicuro e senza incertezze in merito alle modalità di comportamento (manovre da eseguire, percorsi da intraprendere).

Possibili soluzioni:

Un intervento a favore delle utenze deboli consiste nel rendere loro evidente il modo di utilizzo dell'intersezione, realizzando opportuna segnaletica (se assente) o eventualmente sostituendo (o adeguando) la segnaletica presente; tutto ciò al fine di indirizzare i pedoni verso gli attraversamenti pedonali e i ciclisti verso le piste ciclabili (se presenti).

Nel caso di flussi ciclistici significativi bisogna prendere in considerazione la possibilità di realizzare vere e proprie piste ciclabili.

Occorre, in ogni caso, eliminare o spostare gli elementi che ostacolano o riducono la comprensione dell'intersezione da parte degli utenti deboli.

Gli attraversamenti pedonali sono chiaramente percepiti dagli utenti?

Obiettivi:

L'inserimento di un attraversamento pedonale su tutti i rami delle rotatorie interessate da significativi flussi pedonali, è necessario per evitare che i pedoni attraversino la corona giratoria, innescando pericolosi punti di conflitto con la corrente veicolare in circolo. La preventiva individuazione dell'attraversamento da parte del pedone è importante per garantire una maggiore sicurezza di tali utenti nelle zone in cui il flusso veicolare è molto intenso sia in entrata che in uscita dalla rotatoria.

Punti da controllare:

- Verificare la presenza di attraversamenti pedonali protetti tramite isole materializzate ben definite.
- Controllare la posizione dell'attraversamento pedonale, che deve essere sufficientemente arretrato (da 5 a 10 metri) rispetto al bordo dell'anello, per consentire l'attraversamento pedonale dietro uno o due veicoli accodati.
- Verificare l'assenza di ostacoli alla visibilità (vegetazione, pubblicità, ecc.) sull'isola centrale e sui marciapiedi.

Possibili soluzioni:

Realizzazione degli attraversamenti pedonali (o modifica della loro posizione), adottando un arretramento degli stessi, dello spazio occupato da una o due vetture (da 5 a 10 m) rispetto alla linea di fermata.

Ove possibile, è consigliabile che le due serie di strisce pedonali, quella relativa al ramo d'entrata e quella in corrispondenza del ramo di uscita, siano sfalsate di alcuni metri tra loro. L'attraversamento del ramo di uscita dovrà essere più distante dall'anello centrale rispetto a quello del ramo di entrata (3 o 4 vetture, ovvero circa 15 o 20 metri) al fine di far diminuire il rischio di collisione tra i veicoli in uscita e i pedoni in attraversamento.

Occorre, in ogni caso, rimuovere tutti i possibili ostacoli alla visibilità dei pedoni sull'isola e sui marciapiedi e realizzare isole divisionali ben definite.

Il regolare deflusso dei veicoli attraverso la rotatoria può essere compromesso dalle manovre di ingresso e di uscita dai parcheggi? Le entrate e le uscite dei parcheggi in prossimità dell'intersezione sono ben visibili?

Obiettivi:

Si tratta di verificare che la presenza di aree di sosta e/o di fermata in prossimità della rotatoria, e quindi le manovre di ingresso e di uscita dai parcheggi non compromettano il regolare deflusso veicolare e la sicurezza degli utenti. È necessario, a tal fine, che le manovre da o verso i parcheggi siano ben visibili dagli altri utenti della strada (compresi pedoni e ciclisti).

Punti da controllare:

- Verificare che sia assicurata la visibilità delle manovre di parcheggio in prossimità della rotatoria da una opportuna distanza (sufficiente per effettuare almeno l'arresto).
- Controllare che le manovre di parcheggio non ostacolino eccessivamente il deflusso veicolare (possibile incremento dei conflitti).

Possibili soluzioni:

Se la sosta è ammissibile su tutti e due i lati della strada, bisogna considerare l'eventualità di consentire la sosta soltanto su uno dei due lati e, se lo spazio lo consente, creare una apposita corsia di manovra. Se ciò non fosse possibile o

conveniente, è consigliabile agire sull'orientamento degli stalli di sosta, diminuendone l'inclinazione rispetto alla strada (se i parcheggi non sono già in linea).

Un altro intervento a favore della sicurezza comporta la rimozione di qualunque ostacolo alla visibilità delle manovre di sosta, per una distanza, dall'area di parcheggio, pari almeno a quella di arresto.

Qualora la presenza dei parcheggi risultasse in ogni caso un elemento turbativo della funzionalità e della sicurezza offerte dalla rotatoria, si deve necessariamente intervenire eliminando l'area destinata alla sosta e/o parcheggio.

Gli accessi in prossimità della rotatoria sono ben visibili?

Obiettivi:

La presenza di accessi, ovvero di collegamenti tra una strada e le aree e gli edifici ad essa adiacenti, può compromettere seriamente la sicurezza di un incrocio. Infatti le interferenze tra i veicoli che transitano sulla strada e quelli che entrano o escono dalle aree laterali sono spesso causa di incidenti, soprattutto in caso di scarsa visibilità reciproca tra i mezzi.

Punti da controllare:

Verificare che gli accessi e i mezzi che vi effettuano manovre siano ben visibili, da parte dei conducenti che si apprestano all'intersezione, da una distanza sufficiente per poter arrestare il proprio mezzo.

Possibili soluzioni:

Chiusura dell'accesso o spostamento dello stesso in una ubicazione lontana dalla rotatoria. Qualora la realizzazione di tali interventi non fosse possibile, si deve prevedere l'installazione di un'adeguata segnaletica per avvisare l'utente della presenza dell'accesso.

Occorre, in ogni caso, rimuovere gli elementi che mascherano la presenza dell'accesso (vegetazione, cartelli pubblicitari, ecc.).

Le caratteristiche della pavimentazione offrono un buon livello di sicurezza per la rotatoria?

Obiettivi:

I difetti di regolarità della pavimentazione e/o le scarse condizioni di aderenza superficiale compromettono la sicurezza ed il comfort degli utenti. In particolare, si possono manifestare problemi di instabilità veicolare soprattutto in presenza di strato superficiale bagnato.

Punti da controllare:

- Controllare, tramite rilievi visivi, la presenza delle irregolarità della pavimentazione e di gravi ammaloramenti (ad es. fessurazioni, buche, ecc.) all'interno e in prossimità dell'intersezione.
- Stimare l'efficacia delle condizioni di aderenza superficiale, verificando il grado di rugosità della pavimentazione stradale (lo strato superficiale deve offrire la sensazione di ruvidezza e non di superficie "liscia").

Possibili soluzioni:

Rifacimento dello strato superficiale, previa risagomatura dei tratti dissestati. È possibile prevedere l'utilizzo di tappeti superficiali ad elevata aderenza per tutta l'area d'intersezione.

Le pendenze trasversali e le canalette permettono il corretto smaltimento dell'acqua piovana?

Obiettivi:

Lo smaltimento dell'acqua piovana dalla pavimentazione stradale è un aspetto importante per il mantenimento di adeguate condizioni di aderenza anche in presenza di eventi atmosferici sfavorevoli. L'allontanamento dell'acqua si ottiene tramite la pendenza trasversale della piattaforma (normalmente rivolta verso l'esterno) e la realizzazione di un sistema di canalette laterali. Solo nel caso di anelli molto larghi può prevedersi una sagoma a doppia falda.

Punti da controllare:

- Verificare che la pendenza trasversale della corona giratoria sia idonea (2-2,5%) per garantire l'eliminazione dell'acqua piovana dall'anello.
- Controllare la presenza di canalette di smaltimento.

Possibili soluzioni:

Adozione della corretta pendenza trasversale della corona giratoria.

Realizzazione (se assenti) di opere, come canalette, per l'allontanamento dell'acqua piovana dall'area dell'intersezione. Se le opere di collettamento delle acque fossero presenti occorre organizzare un programma di interventi (pulizie periodiche) mirati al mantenimento della funzionalità delle opere medesime.

CASI STUDIO

Primo caso: rotonda a quattro rami in un contesto suburbano.



Figura 1. Problemi riscontrati: segnale di STOP poco visibile (1); isola decentrata; assenza di adeguata segnaletica verticale; mancanza di isole divisionali rialzate e di attraversamenti pedonali.

Problema:

L'isola centrale della rotonda non è centrata rispetto all'intersezione degli assi delle direttrici confluenti. Tale decentramento fa sì che l'intersezione non sia percepibile dai veicoli in avvicinamento dal ramo rappresentato in figura 1. Ciò comporta spesso comportamenti inadeguati da parte degli utenti in immissione (velocità inappropriate, mancato rispetto delle regole di circolazione).

Possibili soluzioni:

Riqualificazione geometrica dell'intersezione che dovrebbe comportare, in particolare, il centramento dell'isola rispetto agli assi.

Qualora ciò non fosse possibile, bisognerebbe potenziare la segnaletica preposta ad indicare la presenza della rotonda e, in ogni caso, prevedere tutti gli interventi mirati a garantirne una sicura percezione.

Problema:

Lungo uno dei rami di avvicinamento alla rotonda (Figura 1) non è presente l'apposita segnaletica verticale obbligatoria (segnali di dare precedenza e di avviso di intersezione a circolazione rotonda). Tale problema, associato alla scarsa percezione dell'incrocio da parte dei veicoli in avvicinamento, acuisce il pericolo di manovre improprie e/o di immissioni eseguite a velocità eccessive.

Possibili soluzioni:

Installazione della segnaletica verticale obbligatoria dove mancante.

Problema:

La visibilità del segnale verticale di STOP, sul ramo rappresentato in figura 1, non è adeguata, in quanto la presenza di ostacoli alla visibilità (vegetazione, pannello degli autobus) limita la lettura dell'informazione da parte degli utenti in avvicinamento. Anche in

questo caso si manifesta il rischio che gli utenti abbiano un approccio non corretto alla fruizione dell'intersezione.

Possibili soluzioni:

Eliminazione di tutti gli elementi che pregiudicano la corretta visuale del segnale di STOP da parte degli utenti dei veicoli in ingresso; occorre, in particolare, curare la vegetazione e spostare adeguatamente il pannello degli autobus.

Problema:

L'ingresso e l'uscita del ramo in esame (Figura 1) non sono separati da un'isola rialzata. La presenza di un'isola divisionale materializzata, in questo caso, favorirebbe la percezione dell'intersezione in avvicinamento, indurrebbe gli utenti a rallentare e a rispettare il regime di precedenza, ed eviterebbe il verificarsi di conflitti accidentali (e pericolosi) tra i veicoli in uscita e quelli in ingresso.

Possibili soluzioni:

Realizzazione dell'isola rialzata di separazione ingresso-uscita sul ramo considerato. I criteri di dimensionamento devono necessariamente tener conto della conformazione della rotatoria, nonché dell'entità del raggio della corona giratoria.

Problema:

Sul ramo in esame (Figura 1) manca l'attraversamento pedonale. Si osservi che, trattandosi di una realizzazione presente in un contesto suburbano, i flussi pedonali sono estremamente ridotti. In ogni caso, risultano attualmente rischiose le fasi di attraversamento del braccio in esame da parte dei pedoni, ed è inoltre pregiudicata la visibilità reciproca tra i pedoni e gli utenti dei veicoli a motore.

Possibili soluzioni:

Realizzazione ed adeguato posizionamento dell'attraversamento pedonale. La migliore soluzione consisterebbe nel collocare l'attraversamento in posizione arretrata rispetto alla linea di fermata, dello spazio occupato da 1 o 2 vetture (da 5 a 10 metri), in modo tale che i pedoni possano passare dietro ai veicoli in attesa di inserirsi nella corona giratoria.



Figura 2. Problema riscontrato: assenza di deflessione per effetto del decentramento dell'isola centrale .

Problema:

Il decentramento dell'isola rispetto all'intersezione degli assi dà origine a traiettorie tangenti all'anello (assenza di deflessione) per gli utenti che percorrono il ramo rappresentato in figura 2. In tal modo vengono favorite traiettorie pressoché rettilinee e percorse a velocità elevate, a tutto danno del livello di sicurezza offerto dalla rotatoria.

Possibili soluzioni:

Riqualificazione dell'incrocio tramite il ridisegno degli elementi geometrici. In particolare dovrebbero essere previsti il centramento dell'isola centrale rispetto agli assi dei bracci confluenti e la realizzazione degli opportuni raggi di deflessione.



Figura 3. Problemi riscontrati: visibilità ostacolata dalla vegetazione (1); assenza della segnaletica verticale obbligatoria.

Problema:

Sul braccio mostrato in figura 3 è assente la segnaletica verticale obbligatoria prevista dal Codice della Strada (dare precedenza e avviso di rotatoria). Se a ciò si aggiungono le difficoltà da parte degli utenti in ingresso nel percepire la presenza della rotatoria, si comprende il rischio che l'approccio all'incrocio possa avvenire mediante manovre inadeguate e/o velocità elevate.

Possibili soluzioni:

Installazione dei segnali verticali previsti dal Codice della Strada.

Problema:

Sul ramo di accesso alla rotatoria evidenziato in figura 3, non è presente, a causa della folta vegetazione, un adeguato spazio libero da ostacoli alla visibilità tra i veicoli in avvicinamento e la linea di "dare precedenza". Tale problema si riflette principalmente nel pericolo che i veicoli in immissione non percepiscano in tempo la presenza di veicoli fermi (o di altri ostacoli) posti in prossimità della linea di ingresso.

Possibili soluzioni:

Eliminazione di tutti gli ostacoli alla visibilità dell'utente che si immette nella rotatoria, posti entro una distanza dalla linea di "dare precedenza" almeno pari a quella di visibilità per l'arresto del veicolo.



Figura 4. Problema riscontrato: traiettoria anomala per la svolta a sinistra indotta dalla parziale ostruzione della corona giratoria (1) .

Problema:

A causa della chiusura, non segnalata, di una porzione di corona giratoria, a mezzo di elementi provvisori tipo New-Jersey (Figura 4), i veicoli provenienti da monte e che vogliono immettersi nel ramo disposto frontalmente al tratto di corona giratoria bloccato, sono costretti ad effettuare una manovra anomala, attraversando un tratto carrabile ricavato tramite un “taglio” presente in una delle isole divisionali. Tale manovra di “aggiramento” non è intuitiva, in quanto non preavvisata da opportuna segnaletica, inoltre molti utenti, non accorgendosi della parziale ostruzione della corona giratoria, fruiscono ugualmente della porzione percorribile dell’anello per immettersi sul braccio posto di fronte alle barriere New-Jersey; ciò dà origine a continue perturbazioni nel regolare regime di circolazione in rotatoria, con conseguente pericolo di urto tra i veicoli che percorrono le varie traiettorie.

Possibili soluzioni:

Poiché l’ostruzione della parte di corona giratoria che consente l’accesso ad uno dei rami è una soluzione provvisoria motivata da precedenti lavori sui rami confluenti alla rotatoria, si consiglia di rimuovere gli ostacoli posti sulla corona, ripristinando le normali condizioni di fruibilità della rotatoria. Tale intervento, associato anche alla “ricucitura” dell’isola divisionale, deve essere poi inquadrato nell’ottica complessiva del ridisegno geometrico della rotatoria che, come prospettato nei punti precedenti, deve portare ad una riqualificazione globale dell’intersezione medesima.

Secondo caso: rotatoria extraurbana a tre rami.



Figura 5. Problema riscontrato: cattiva visibilità prodotta dalla vegetazione presente sull'isola centrale (la freccia indica un veicolo seminascondo dai cespugli) .

Problema:

La presenza di vegetazione troppo alta all'interno dell'isola impedisce la visibilità reciproca tra i veicoli circolanti sull'anello e quelli in ingresso. Nella figura 5 è particolarmente evidente l'effetto "occultante" da parte della folta vegetazione.

Possibili soluzioni:

Programmazione degli interventi manutentivi volti alla potatura delle piante presenti sull'isola centrale.

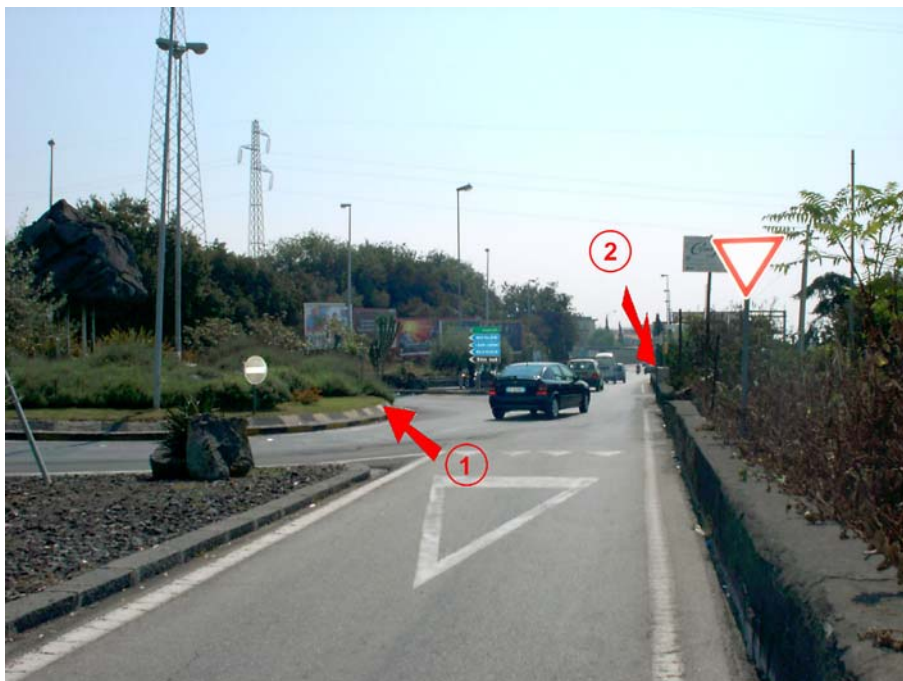


Figura 6. Problemi riscontrati: isola centrale decentrata (1) che causa traiettorie rettilinee sulla direttrice principale; accesso privato poco visibile e non segnalato (2).

Problema:

La rotatoria considerata, sulla quale confluiscono tre rami, è caratterizzata da un'isola centrale totalmente decentrata rispetto all'asse principale; ciò dà origine, lungo il ramo in esame (Figura 6), ad una traiettoria rettilinea che, oltre a non favorire il rispetto delle priorità (la regola di dare precedenza, peraltro comunicata a mezzo di segnaletica orizzontale e verticale, è spesso inosservata), induce gli utenti ad adottare velocità non consone all'approccio verso un incrocio stradale.

Possibili soluzioni:

Riqualficazione della rotatoria da esplicitarsi tramite il ridisegno geometrico della stessa, ed in particolare mediante il centramento dell'isola rispetto agli assi dei rami confluenti. Se ciò non fosse possibile, si consiglia di posizionare adeguati dispositivi di rallentamento (dossi o bande sonore) sul ramo principale.

Problema:

La presenza di un accesso privato, poco visibile e non segnalato, all'interno dell'area dell'intersezione (Figura 6) compromette seriamente la sicurezza dell'incrocio, in quanto potrebbe dare origine a scontri tra i veicoli che circolano in rotatoria e quelli che entrano o escono dall'accesso laterale.

Possibili soluzioni:

Si consiglia la chiusura dell'accesso o lo spostamento dello stesso lontano dalla rotatoria. Qualora la realizzazione di tali interventi non fosse possibile, si propone l'installazione di un'adeguata segnaletica per avvisare l'utente circa la presenza dell'accesso. La disposizione di interventi di moderazione della velocità (dossi, bande sonore, ecc.) anche in questo caso andrebbe a vantaggio di un approccio maggiormente sicuro al nodo.



Figura 7. Problemi riscontrati: pannelli segnaletici resi poco visibili dalla vegetazione (1); ostacoli alla visibilità (alberi, cartelli) ubicati sull'isola divisionale (2); difetti di regolarità e scarse condizioni di aderenza superficiale (3).

Problema:

La visibilità della segnaletica verticale preposta ad indicare all'utente la presenza della rotatoria non è soddisfacente a causa della vegetazione particolarmente folta (Figura 7). Il

rischio conseguente è quello di comportamenti anomali, indotti dalla non corretta interpretazione dell'area di incrocio.

Possibili soluzioni:

Approntamento di un piano di interventi mirato a curare la vegetazione disposta lateralmente, in modo che non funga da ostacolo per la visibilità dei segnali verticali.

Problema:

L'esistenza di ostacoli (vegetazione, pannelli segnaletici) su una delle isole divisionali materializzate, pregiudica la visuale dell'anello a sinistra da parte degli utenti in avvicinamento alla rotatoria (Figura 7); ciò comporta il concreto pericolo di conflitti, potenzialmente pericolosi, tra gli utenti in ingresso e quelli che percorrono l'anello.

Possibili soluzioni:

Rimozione degli ostacoli alla visibilità presenti sull'isola divisionale. Il criterio da adottare è quello secondo cui gli utenti in ingresso, posti ad una distanza di almeno 20 m dalla linea di "dare precedenza", debbano percepire come sgombra da ostacoli la porzione di corona giratoria che conduce all'innesto viario più prossimo in sinistra.

Problemi:

La presenza di evidenti irregolarità della pavimentazione e di scarse condizioni di aderenza superficiale (Figura 7) compromette la sicurezza ed il comfort degli utenti. In particolare, si possono presentare problemi di instabilità veicolare soprattutto in presenza di strato superficiale bagnato.

Possibili soluzioni:

Rifacimento dello strato superficiale, previa risagomatura dei tratti dissestati.

Terzo caso: rotatoria extraurbana a quattro rami.



Figura 8. Problema riscontrato: vialetto nell'isola centrale che induce a pericolosi attraversamenti pedonali sulla corona giratoria.

Problema:

Nonostante la rotatoria si trovi in ambito extraurbano e sia priva di attraversamenti pedonali e di marciapiedi al margine dell'anello, la presenza all'interno dell'isola centrale di un vialetto ghiaioso costituisce un pericoloso "invito" per i possibili pedoni (Figura 8).

Possibili soluzioni:

Eliminazione del vialetto e predisposizione di un più appropriato arredo dell'isola centrale.

Quarto caso: mini-rotatoria urbana a quattro rami.



Figura 9. Problema riscontrato: elementi rigidi a sostegno dell'aeroplano (pericolosi in caso di urto veicolare).

Problema:

Sull'isola centrale sono presenti i supporti dell'aeroplano che costituiscono degli ostacoli rigidi fissi, molto pericolosi nel caso di perdita di controllo del veicolo ed uscita di carreggiata (Figura 9).

Possibili soluzioni:

Si consiglia di rimuovere tutti gli ostacoli rigidi situati troppo a ridosso del bordo esterno dell'isola centrale. Si dovrebbe, in pratica, pensare ad una differente disposizione degli elementi a supporto dell'aeroplano. In alternativa, mantenendo la configurazione attuale, occorre prevedere l'utilizzo di elementi duttili a forte deformazione (del tipo di quelli utilizzati per i pali di sostegno degli apparecchi luminosi).

Se gli interventi appena esposti non fossero perseguibili, occorrerebbe rimuovere l'aeroplano e realizzare un nuovo arredo urbano nell'isola centrale.



Figura 10. Problema riscontrato: eccessiva sporgenza di un'ala dell'aeroplano. L'ala potrebbe essere urtata dai mezzi pesanti in svolta o in caso di fuoriuscita dalla carreggiata.

Problema:

Una delle due ali dell'aereo posto all'interno dell'isola centrale sporge eccessivamente verso la piattaforma stradale (Figura 10). Poiché l'isola è dotata di una fascia pavimentata sormontabile, necessaria a consentire la rotazione attorno all'isola dei mezzi maggiormente ingombranti, si incrementa il rischio che un veicolo con baricentro elevato possa urtare contro l'ala sporgente. Tale problema è particolarmente grave soprattutto in caso di perdita di controllo dei mezzi ed uscita di carreggiata.

Possibili soluzioni:

Variatione della disposizione dell'aeroplano sull'isola centrale. In particolare, si consiglia di porre l'aereo ad una quota maggiore di quella attuale, in modo da evitare qualsiasi urto con gli elementi sporgenti da parte di qualsiasi categoria veicolare. Qualora l'intervento prospettato non fosse realizzabile, bisognerebbe rimuovere l'aeroplano e provvedere alla realizzazione di un nuovo arredo urbano nell'isola centrale.

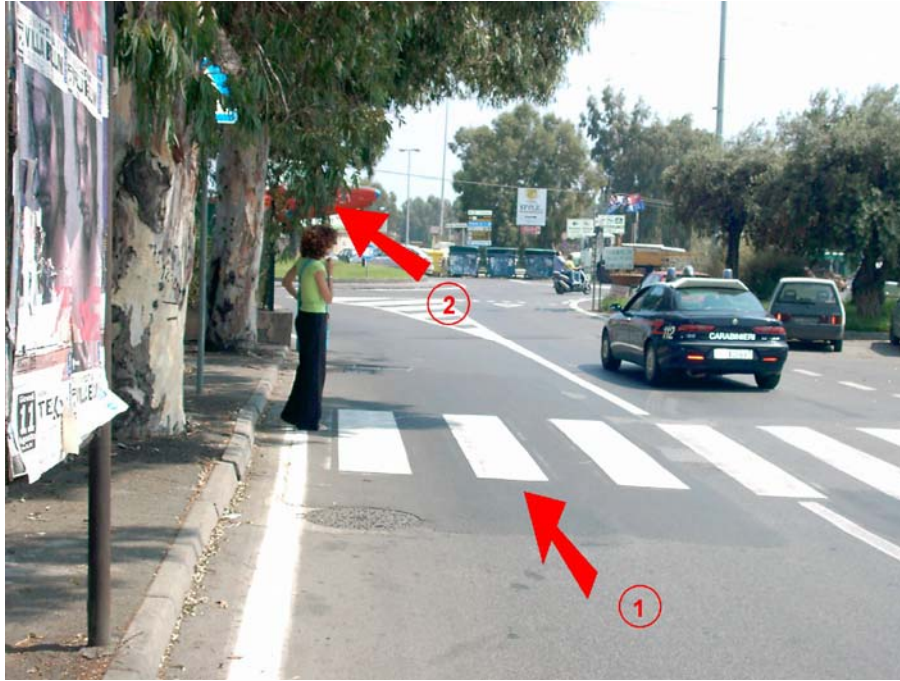


Figura 11. Problema riscontrato: attraversamento pedonale (1) reso poco visibile dalla sua ubicazione (successiva ad una curva di raggio ridotto) e dalla presenza di folta vegetazione (2).

Problema:

L'attraversamento pedonale mostrato in figura 11, preceduto da una curva con raggio ridotto (tra l'altro caratterizzata dalla presenza di folta vegetazione), non garantisce una adeguata visibilità reciproca tra i pedoni che si accingono ad attraversare ed il flusso veicolare in uscita dalla rotatoria. In particolare, i pedoni che si immettono sulla carreggiata non sono visibili da una distanza sufficiente per garantire l'arresto veicolare. È conseguentemente elevato il pericolo di urti tra veicoli e pedoni.

Possibili soluzioni:

Va ricordato che il corretto posizionamento di un attraversamento pedonale è quello che minimizza il tragitto da percorrere, e, contemporaneamente, garantisce le migliori condizioni di sicurezza per i pedoni.

Nel caso in esame, data la conformazione del sito, non è possibile avvicinare l'attraversamento alla rotatoria per minimizzare i percorsi pedonali; viceversa, per migliorare le prestazioni in termini di sicurezza, occorrerebbe spostare l'attraversamento in un punto più a valle. In tal modo verrebbe assicurata la visibilità reciproca pedone-veicolo. Una soluzione alternativa che andrebbe sia a vantaggio della funzionalità che della sicurezza, sarebbe quella di realizzare un attraversamento sopraelevato rispetto alla piattaforma stradale, sul ramo di approccio in prossimità dell'isola centrale.

Un'ulteriore soluzione migliorativa, da non considerare però risolutiva, consiste nella eliminazione di tutte le possibili ostruzioni visive poste in prossimità dei punti di attraversamento.

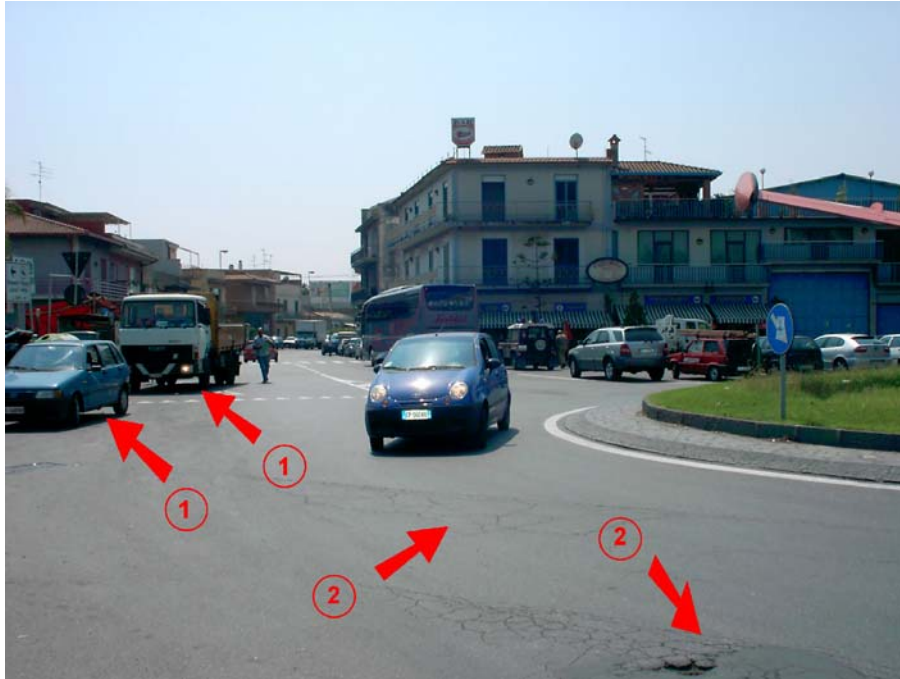


Figura 12. Problemi riscontrati: sosta irregolare sui rami e sull'anello (1); irregolarità accentuate sulla pavimentazione e pessime condizioni di aderenza (2).

Problema:

La presenza di veicoli parcheggiati illecitamente all'interno dell'area dell'intersezione (Figura 12) limita il regolare deflusso dei veicoli causando, soprattutto nelle ore di punta, l'insorgere di conflitti supplementari tra le diverse categorie di veicoli. Anche le manovre per la sosta o la fermata, svolte sui bracci della rotatoria, riducono sensibilmente il livello di sicurezza offerto agli utenti.

Possibili soluzioni:

In questo caso non è possibile prevedere soluzioni di tipo ingegneristico. Si può quindi auspicare un maggior controllo da parte delle autorità di polizia, al fine di eliminare il problema del parcheggio illegale all'interno della rotatoria.

Problemi:

La pavimentazione stradale manifesta palesi difetti di regolarità, nonché scarse condizioni di aderenza superficiale (Figura 12), a tutto danno delle prestazioni in termini di comfort e di sicurezza. Il rischio è quello che si manifestino gravi fenomeni di instabilità veicolare che potrebbero accentuarsi in presenza di un velo idrico sullo strato di superficie della sovrastruttura stradale.

Possibili soluzioni:

Risagomatura dei tratti dissestati della sovrastruttura e ripristino delle condizioni di aderenza attraverso il rifacimento dello strato superficiale.

Quinto caso: mini-rotatoria urbana a tre rami.



Figura 12. Problemi riscontrati: segnaletica verticale sovrabbondante che può generare confusione ed errori interpretativi da parte degli utenti (1); fitta vegetazione sull'isola centrale con conseguente occultamento dei veicoli in circolo (2).

Problema:

Il numero di pannelli di indicazione presenti su ciascun supporto è eccessivo (è superiore a sei, come si vede dal riquadro di figura 13). Il numero di indicazioni deve essere limitato per motivi di leggibilità e di comprensione. Un utente ha problemi a leggere un numero elevato di informazioni e le esitazioni o gli errori di interpretazione possono rivelarsi pericolosi.

Possibili soluzioni:

Eliminazione dei pannelli sovrabbondanti. Si può agire anche creando nuovi pannelli di indicazione che sintetizzino le informazioni presenti su due o più pannelli esistenti.

Problema:

L'isola centrale è caratterizzata dalla presenza di una fitta vegetazione così come si evince dalla figura 13. Risultano pertanto evidenti le difficoltà in termini di visibilità reciproca tra gli utenti dei veicoli in circolo e quelli in immissione.

Possibili soluzioni:

Programmazione di interventi di manutenzione ordinaria mirati allo sfoltimento e alla cura dei cespugli erbosi presenti nell'isola centrale.