

Documentazione test potenziamento linea di vista

--- Regola 3 ---

1. Obiettivo del Test

Verifica funzionale della logica di Line-of-Sight (Linea di vista) con gestione ostacoli e limiti di distanza. Ossia, verificare la correttezza dell'algoritmo ottimizzato per la Regola 3, che deve determinare se un edificio ha un possibile contatto visivo con un albero. Nello specifico, il test mira a validare:

- a) rilevamento visuale libera: conferma che gli alberi non ostruiti vengano conteggiati;
- b) gestione auto-ostruzione (Self-Occlusion): verifica che le linee di vista non attraversino l'edificio stesso (lati opposti);
- c) gestione ostacoli esterni: verifica che altri edifici non blocchino la visuale;
- d) rispetto del buffer (30m): conferma che gli alberi oltre la soglia di distanza vengano ignorati;
- e) rispetto dell'angolazione: conferma che vengano conteggiati soltanto alberi che rientrano in un'angolazione 'realistica' rispetto ai lati degli edifici campione.

2. Metodologia

Ambiente di Test: script python Regola_3 con validazione visiva in Qgis;

Dataset di input:

- a) edifici: campione edifici veronesi prelevati da Overpass API (OpenStreetMap). In particolare per questo specifico test è stato usato uno degli edifici della piazza di San Nicolò, Verona (VR);
- b) alberi: campione alberi veronesi prelevati da Overpass API (OpenStreetMap);

Dataset di Output:

- a) file di output contenente tutti gli edifici dell'output in input, con l'aggiunta della colonna 'visible_trees_count', dove viene salvato il numero esatto di alberi conteggiati come visibili e partecipanti al calcolo della regola 3; il nome del file è "TEST_REGOLA3.geojson";
- b) file di output contenente tutte le linee tracciate dall'algoritmo classificate per stato (Libera, Ostruita, Auto-ostruita). Se una linea lato-albero non compare in questo dataset, significa che è stata pre-esclusa dal calcolo di ostruzione per motivi di buffer (era oltre i 30 metri dall'edificio) o angolazione (superava di $\pm 45^\circ$ il vettore normale dell'edificio); il nome del file è "LIMITI_DEGRAD.geojson".

3. Breve spiegazione Algoritmo

L'algoritmo implementa una logica di Line-of-Sight vettoriale ad alta precisione, superando i limiti dell'approccio geometrico standard basato sulla "distanza minima" (proiezione del punto più vicino sul perimetro) che avevamo precedentemente. Dopo la pulizia dei dati e le ottimizzazioni (R-tree) per la gestione di query ed elaborazioni complesse, il sistema analizza la visibilità tra l'edificio e gli alberi entro un buffer di 30 metri.

A differenza della versione precedente, che tracciava una singola linea verso il punto più vicino (spesso soggetto a falsi negativi sugli spigoli, dove è irrealistico avere delle finestre), l'attuale implementazione esegue un targeting multicentrico, tracciando delle linee di vista partendo dai punti medi (midpoints, o centroidi) di ciascuna facciata dell'edificio verso gli alberi interni al buffer di distanza. Ogni potenziale linea di vista viene sottoposta a una pipeline di validazione geometrica a tre stadi:

1. Filtro Angolare: calcola l'angolo di incidenza tra la linea di vista e la normale della facciata. Vengono scartate a priori le visuali troppo oblique ($< 45^\circ$ e $> 135^\circ$, ma questo dato è facilmente modificabile), garantendo che l'albero sia effettivamente "di fronte" alla finestra e non visibile attraverso fessure o proiezioni irrealistiche;
2. Check di Auto-Ostruzione: si utilizza la funzione `crosses()` per scartare le linee che attraversano il volume interno dell'edificio, identificando correttamente i lati opposti o ciechi. Da questo filtro rimangono solo le linee di vista presenti sulle facciate che realmente hanno una visuale sugli alberi campione;
3. Gestione Adiacenze: per risolvere la criticità degli edifici contigui o "a schiera" (dove le geometrie condividono i bordi, o sono spesso sovrapposti, bloccando erroneamente la vista e generando anomalie geometriche), viene applicato un buffer negativo di -0.5m agli ostacoli esterni. Questa implementazione crea una 'micro-tolleranza' che permette di validare la vista in caso di contatti tangenziali tra edifici, pur mantenendo il blocco fisico in caso di vera interposizione volumetrica.

4. Risultati dei Test (Analisi Visiva)

NB: gli allegati citati sono in fondo al documento, in ordine di richiamo.

Il test racconta l'analisi dell'output dell'algoritmo della regola 3 per quanto visibile nell'allegato 'TEST 0', dove possiamo vedere evidenziato l'edificio campione e le linee di vista create in automatico secondo le indicazioni guida spiegate nel paragrafo precedente. Le linee visibili sono quindi quelle che rispettano la distanza massimo e l'angolazione realistica; i test seguenti mostreranno l'output e l'etichettatura di queste linee, che possono essere: libere, ostruite o autocostruite. Il test non racconterà il caso dell'ostruzione da parte di edifici terzi in quanto fa parte di una feature precedente e già validata dal team. Nella parte destra dell'allegato è possibile vedere il numero di alberi conteggiati positivamente dal calcolo (7).

3.1. Test Auto-Ostruzione (Self-Occlusion)

- Descrizione: l'algoritmo deve scartare le linee che partono dal "retro" dell'edificio rispetto all'albero.
- Test visivo: nell'allegato 'TEST 1', si osservano linee rosse/arancioni che partono dal lato dell'edificio opposto all'albero. Queste linee andrebbero contrassegnate come non valide cercando di seguire un modello realistico;
- Dati: il pannello "Informazioni Risultati" a destra mostra il campo 'is_ostruita: 1' (dove 1 significa vero, ostruito) e 'motivo: Auto-Ostruzione (Crosses)';

- Esito: positivo. L'algoritmo rileva correttamente che la linea attraversa la geometria dell'edificio stesso e la invalida.

3.2. Test Visuale Libera

- Descrizione: l'algoritmo deve accettare le linee che connettono una facciata all'albero senza intersezioni;
- Test visivo: nell'allegato 'TEST 2', si osservano linee rosse/arancioni che collegano l'albero alla facciata esposta sulla piazza.
- Dati: il pannello mostra 'is_ostruita: 0' (dove 0 significa falso, non ostruito) e 'motivo: Libera (No Ostacoli)';
- Esito: positivo. Le linee libere vengono correttamente identificate e contribuiscono al conteggio degli alberi visibili nella colonna 'visible_trees_count'.

3.3. Test Limite di Distanza (Buffer 30m)

- Descrizione: l'algoritmo deve ignorare a priori qualsiasi albero che dista più di 30 metri dall'edificio, indipendentemente dalla visibilità.
- Test visivo:
 - ◆ nell'allegato 'TEST 3a', la distanza misurata è circa 37 metri. Nessuna linea di vista viene generata;
 - ◆ nell'allegato 'TEST 3b', la distanza misurata è circa 36 metri. Nessuna linea di vista viene generata;
 - ◆ nell'allegato 'TEST 3c', la distanza misurata è circa 32 metri. Nessuna linea di vista viene generata.
- Dati: Nonostante la visuale fosse potenzialmente libera (nessun ostacolo tra edificio e albero), l'algoritmo non ha nemmeno tentato di tracciare la linea;
- Esito: positivo. Il filtro spaziale preliminare funziona correttamente e rispetta la soglia metodologica di 30 metri.

3.4. Test Limite di angolazione (+-45° rispetto alla normale in direzione dell'albero)

- Descrizione: l'algoritmo deve ignorare a priori qualsiasi albero con cui si crea una linea di vista ad angolazione maggiore di 135° o minore di 45°, rispetto al vettore norma (perpendicolare) calcolato a partire dal lato campione, e con verso relativo all'albero in analisi.
- Test visivo:
 - ◆ nell'allegato 'TEST 0', gli alberi con eccessiva angolazione rispetto ai lati dell'edificio campione non hanno a priori una linea di vista. I successivi test forniscono (più o meno) i limiti riguardo all'angolazione;

- ◆ nell'allegato 'TEST 4a', vediamo un albero con cui è stata creata la linea di vista (rossa). Nella tabella di destra osserviamo il valore dei gradi rispetto alla normale, ossia 133° circa, quindi estremamente vicino al limite di 135°. Questo test è fatto con l'edificio di fianco al campione originale in quanto non permetteva di mostrare un intorno del limite destro dell'angolazione;
 - ◆ nell'allegato 'TEST 4b', vediamo un albero con cui è stata creata la linea di vista (rossa). Nella tabella di destra osserviamo il valore dei gradi rispetto alla normale, ossia 47° circa, quindi estremamente vicino al limite di 45°.
- Dati: per gli alberi con eccessiva angolazione non è stata nemmeno creata la linea di vista. Per quelli che rientrano nella soglia invece il conteggio è risultato positivo (anche per buffer e ostacoli);
 - Esito: positivo. Il filtro angolare preliminare funziona correttamente e rispetta la soglia, considerando solo alberi con una visuale realistica.

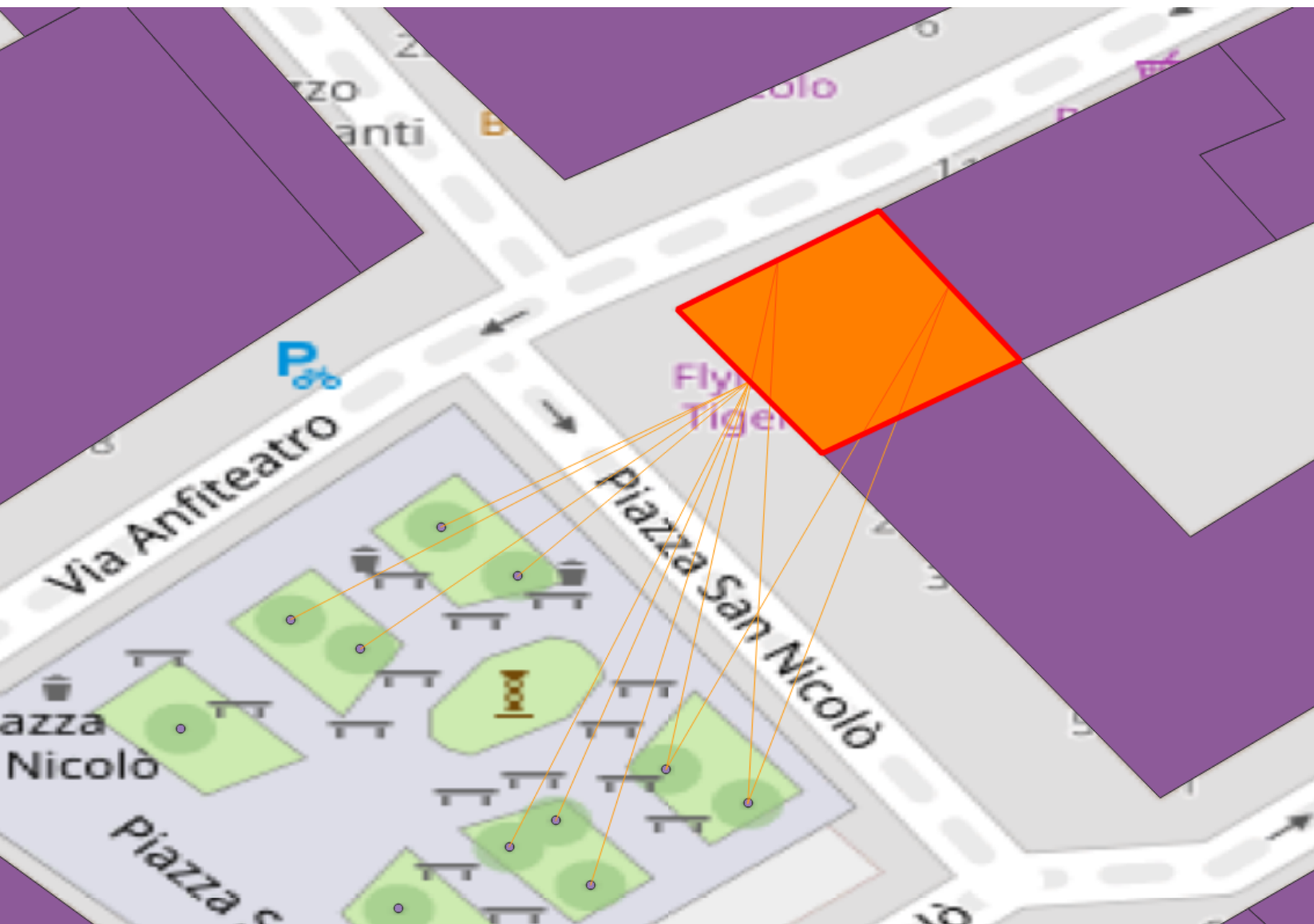
4. Conclusione

I test visivi su QGIS confermano che l'algoritmo della regola3 è tecnicamente solido e rispetta i vincoli metodologici imposti:

- non genera falsi positivi attraverso i muri (grazie al check crosses);
- non genera falsi positivi su lunghe distanze (grazie al buffer rigoroso di 30m da ogni lato);
- controlla l'auto-ostruzione dell'edificio stesso o da parte di edifici terzi;
- controlla che l'angolazione sia realistica grazie ad un filtro angolare (+-45°) per scartare visuali troppo oblique e irrealistiche;
- elimina bug o errate interpretazioni geografiche/geospaziali causate da edifici contigui, o talune volte sovrapposti, grazie al debuffer di 0.5m. Questo dato è sufficientemente grande da ridurre drasticamente gli errori menzionati prima per gli edifici troppo vicini, ma altrettanto piccolo da non generare linee di vista aggiuntive che non dovrebbero esserci.

NB: questo è un test preciso di un campione selezionato opportunamente per la dimostrazione. Sono stati eseguiti vari ulteriori test su diverse tipologie di edifici e situazioni geografiche.

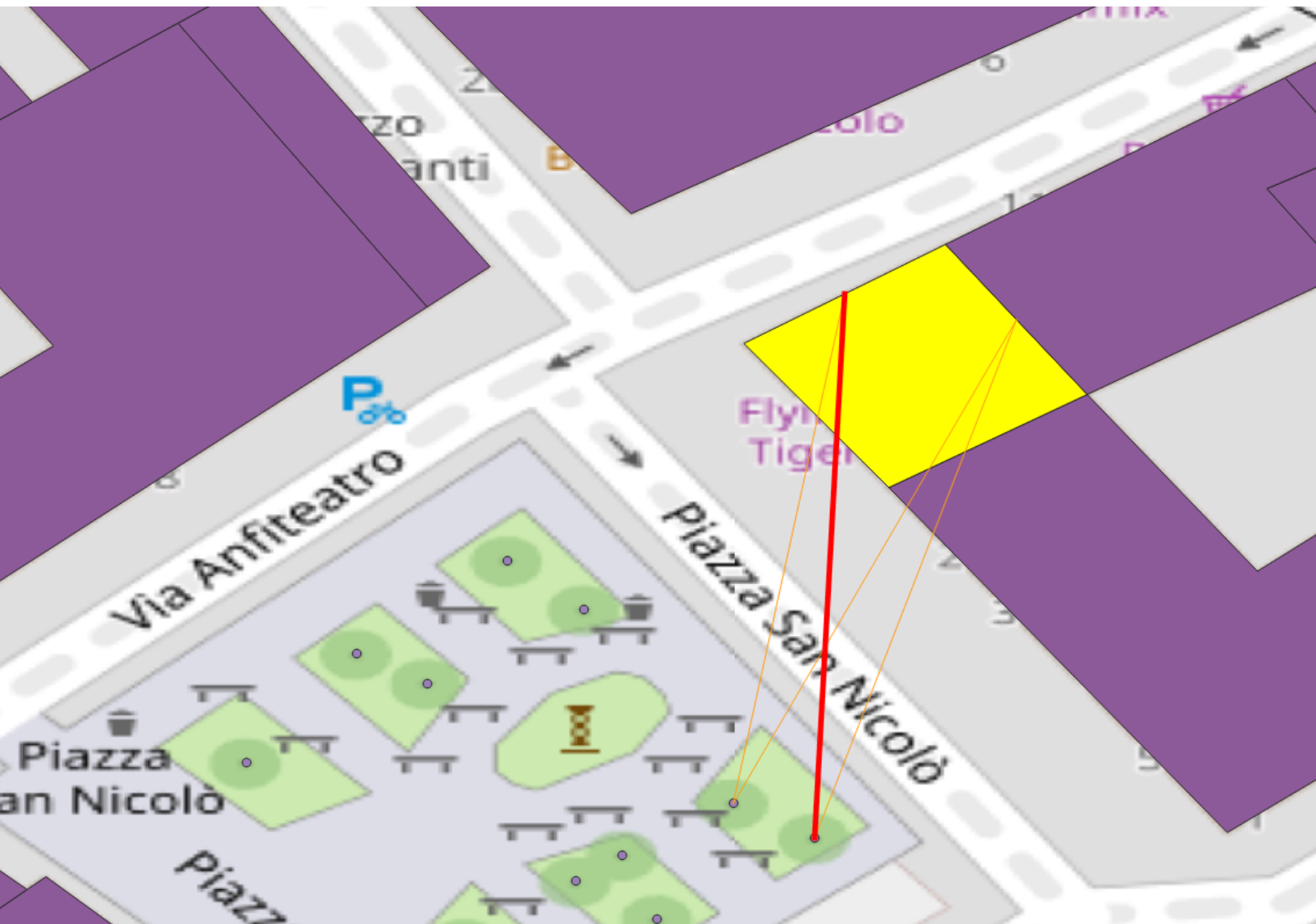
TEST 0



Informazioni Risultati

Elemento	Valore
TEST_REGOLA3	
name	NULL
(Derivato)	
(Azioni)	
id	way/138824422
type	NULL
building	yes
name	NULL
visible_trees_count	7

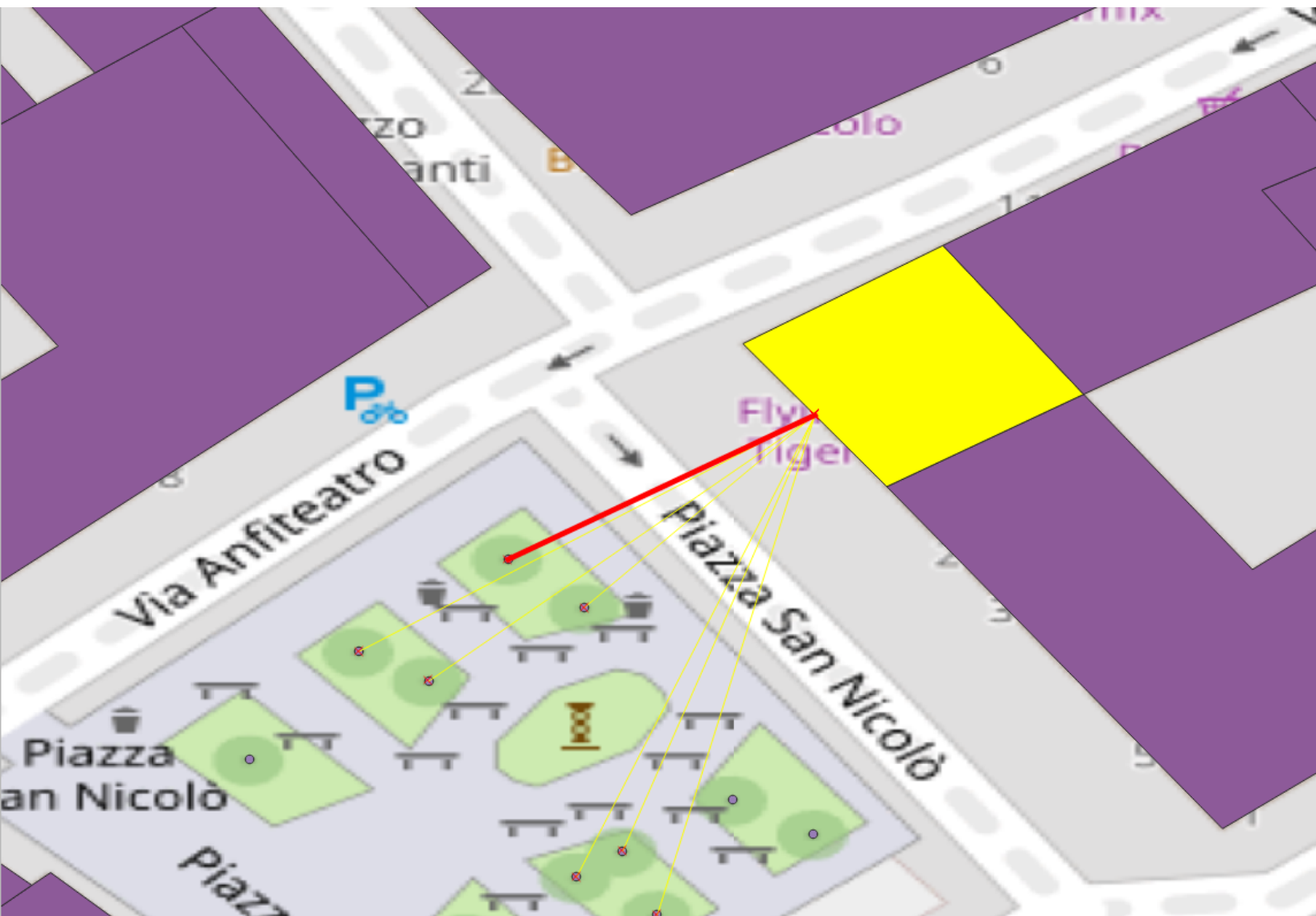
TEST 1



Informazioni Risultati

Elemento	Valore
▼ LIMITI_DEGRAD [4]	
▶ albero_id	node/12862940309
▶ (Derivato)	
▶ (Azioni)	
albero_id	node/12862940309
edificio_id	way/138824422
is_ostruita	1
motivo	Auto-Ostruzione (Crosses)
angolo_deg	52,88
▶ albero_id	node/12862940309
▶ albero_id	node/12862940310
▶ albero_id	node/12862940310

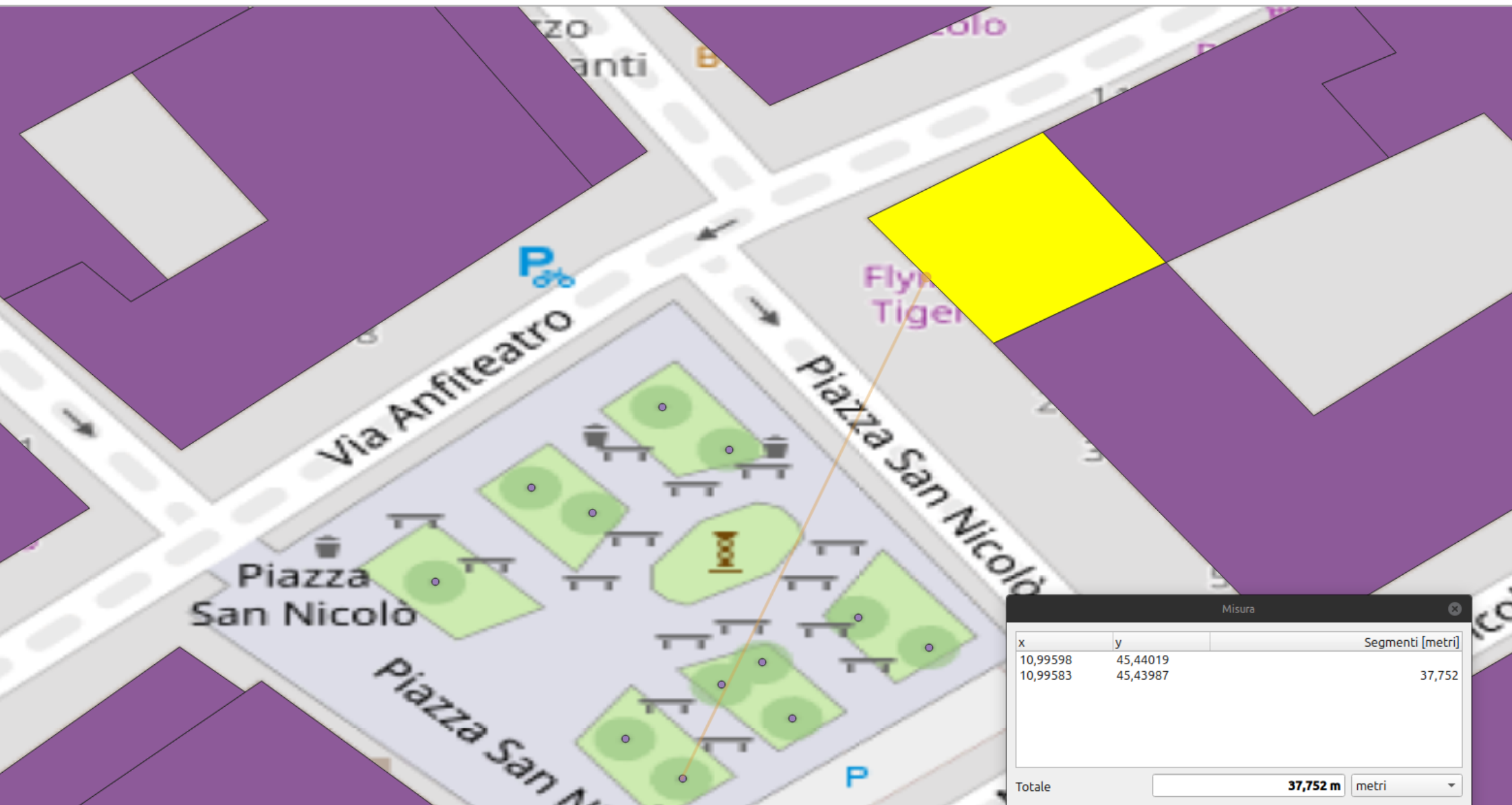
TEST 2



Informazioni Risultati

Elemento	Valore
LIMITI_DEGRAD	
albero_id	node/12862940311
(Derivato)	
(Azioni)	
albero_id	node/12862940311
edificio_id	way/138824422
is_ostruita	0
motivo	Libera (No Ostacoli)
angolo_deg	91,56

TEST 3a



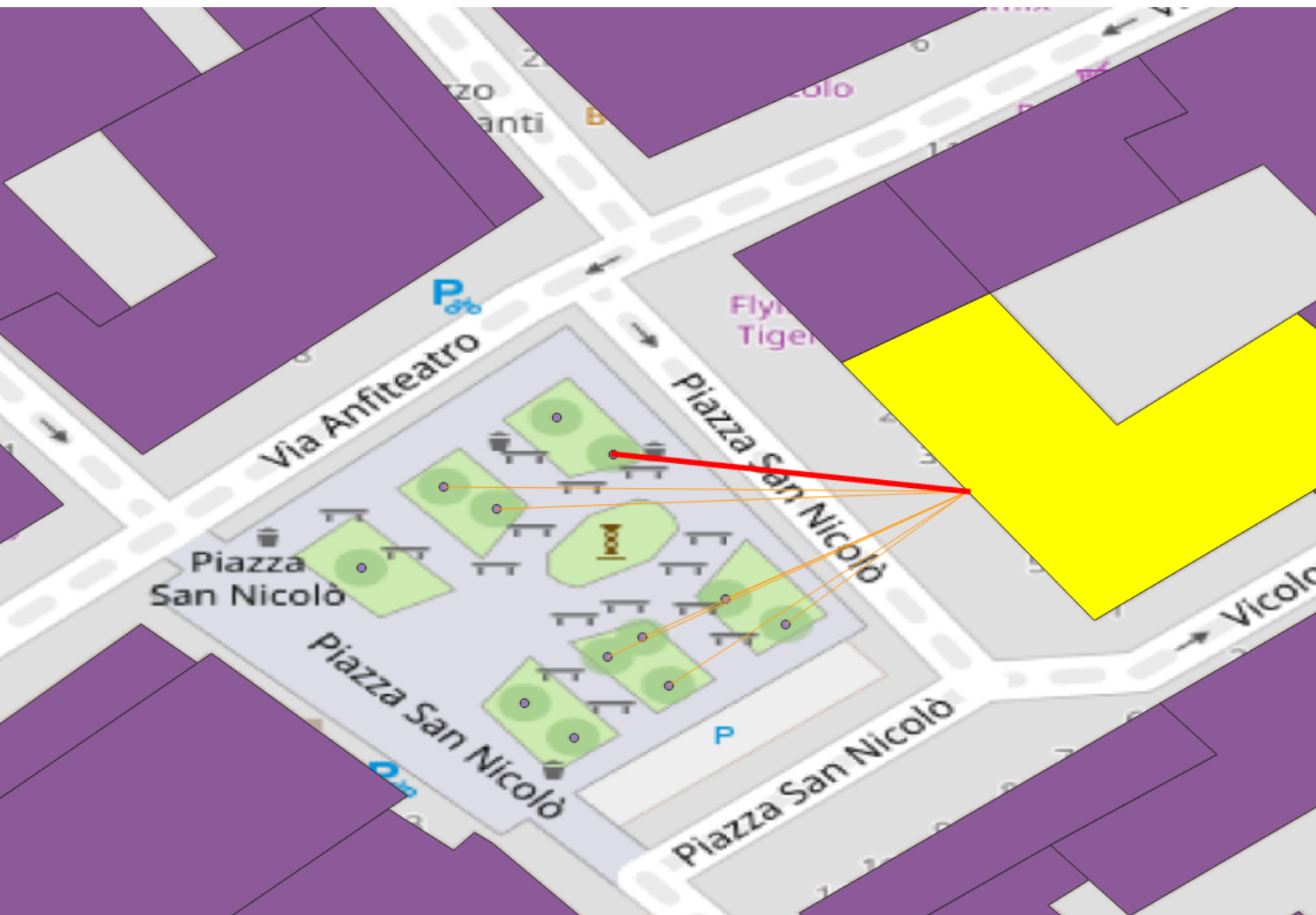
TEST 3b



TEST 3c



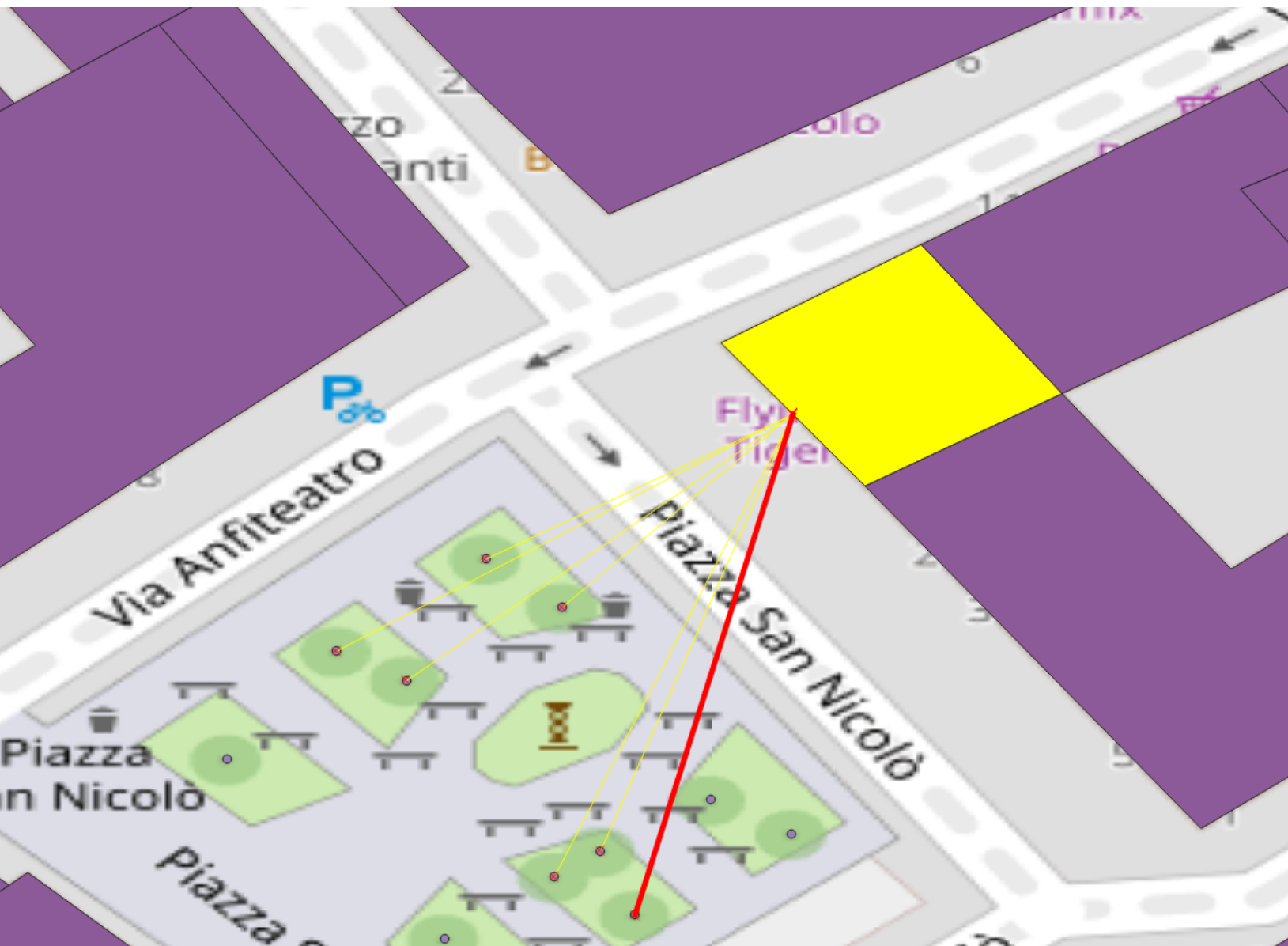
TEST 4a



Informazioni Risultati

Elemento	Valore
LIMITI_DEGRAD	
albero_id	node/12862940312
(Derivato)	
(Azioni)	
albero_id	node/12862940312
edificio_id	way/138810668
is_ostruita	0
motivo	Libera (No Ostacoli)
angolo_deg	133,17

TEST 4b



Informazioni Risultati



Elemento	Valore
LIMITI_DEGRAD	
albero_id	node/12862940306
(Derivato)	
(Azioni)	
albero_id	node/12862940306
edificio_id	way/138824422
is_ostruita	0
motivo	Libera (No Ostacoli)
angolo_deg	47,83