



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Metodi di scenario forecasting per il consumo di suolo  
nelle aree peri-urbane sub-sahariane:  
il caso della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.

Tesi di Laurea Magistrale

Laureando

Tommaso Calchetti

Matricola 1243176

Relatore

Prof.ssa Silvia Macchi

Anno Accademico 2012/2013



# Indice

1. Introduzione .....	9
2. Problematica, area Sub-Sahariana.....	12
2.1 Urbanizzazione guidata dalla povertà.....	14
2.2 Insediamenti informali.....	16
2.2.1 Economia informale.....	17
2.2.2 Trasporto informale.....	18
2.3 Scenario regionale, Tanzania e Africa orientale.....	19
2.3.1 Le organizzazioni internazionali africane.....	19
2.3.2 I grandi progetti pan-africani.....	20
2.3.3 Il primato della regione di Dar es Salaam a livello nazionale.....	22
2.3.4 Scenari possibili.....	24
2.3.4.1 Fattori endogeni.....	24
2.3.4.2 Fattori esogeni.....	28
2.3.5 Riepilogo degli scenari regionali.....	29
2.3.6 Conclusioni.....	31
3. Analisi degli scenari di urban sprawl a Dar es Salaam: elementi metodologici.....	34
3.1 Studio di caso: municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	34
3.2 Storia dello sviluppo urbano di Dar es Salaam.....	35
3.2.1 Il Masterplan del 1949.....	38
3.2.2 Il Masterplan del 1968.....	39
3.2.3 Il Masterplan del 1979.....	41
3.2.4 Il New Masterplan del 2013.....	42
3.3 Metodi per l'analisi di scenario.....	43
3.3.1 Scenario forecasting.....	46

3.3.2 Automi cellulari .....	47
3.3.3 GIS Multi-criteria analysis .....	48
4. Svolgimento del lavoro .....	49
4.1 Driver dello sviluppo urbano .....	51
4.2. Dato di partenza .....	61
4.3 Schema scenari .....	66
4.4 Costruzione dei layer vettoriali dei driver .....	70
4.5 Costruzione dei layer dei vincoli urbanistici .....	79
4.6 Calibrazione del modello .....	82
4.6.1 Scelta delle aree d'influenza e dei pesi .....	83
4.6.2 Costruzione dei buffer delle aree d'influenza .....	88
4.6.3 Costruzione dei vincoli .....	90
4.6.4 Costruzione del vincolo principale.....	90
4.6.5 Costruzione della mappa della probabilità di nuova edificazione .....	91
4.2.6 Costruzione della nuova carta della copertura del suolo.....	92
4.7 Primo scenario .....	95
4.7.1 Intervallo temporale 2011-2015 .....	95
4.7.2 Intervallo temporale 2015-2020 .....	96
4.7.3 Intervallo temporale 2020-2030 .....	97
4.8 Secondo scenario .....	98
4.8.1 Intervallo temporale 2015-2020.....	99
4.8.2 Intervallo temporale 2020-2030 .....	101
4.9 Terzo scenario, intervallo temporale 2020-2030 .....	106
4.10 Riepilogo dei passaggi di esecuzione del modello (work-flow).....	115
5. Analisi dei risultati .....	119
5.1 Calibrazione .....	119

5.2 Primo scenario: “Do nothing” .....	121
5.2.1 Scenario della copertura del suolo 2015 .....	122
5.2.2 Scenario della copertura del suolo 2020 .....	123
5.2.3 Scenario della copertura del suolo 2030 .....	125
5.3 Secondo scenario: “Implement already decided projects” .....	127
5.3.1 Scenario della copertura del suolo 2020 .....	127
5.3.2 Scenario della copertura del suolo 2030 .....	129
5.3.3 Riepilogo secondo scenario.....	131
5.4 Terzo scenario: “Implement the new Master Plan 2012-32” .....	132
5.4.1 Scenario di uso del suolo 2030 .....	132
5.5 Considerazioni finali.....	135
6. Conclusioni.....	137
Bibliografia.....	139

## Indice delle figure

Figura 1: Dati e proiezioni UN Habitat 2012 .....	13
Figura 2: Dati e proiezioni UN Habitat 2012 .....	13
Figura 3: Città africane con oltre 750.000 abitanti (UN-Habitat, 2010) .....	15
Figura 4: Schema della formazione degli insediamenti informali (UN-Habitat, 2003) .	17
Figura 5: Trans African Highway.....	21
Figura 6: Rete ferroviaria attuale e proposte d'intervento (The East African Railways Master Plan, 2009).....	22
Figura 7: Confini amministrativi della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania .....	35
Figura 8: Schema dei primi insediamenti tedeschi nel 1891 (New MAsterplan, 2013). 36	
Figura 9: Schema dell'attuazione del piano dei coloni tedeschi nel 1914 (New MAsterplan, 2013).....	37
Figura 10: Schema dello sviluppo urbano britannico nel 1930 (New Masterplan, 2013) .....	38
Figura 11: Masterplan 1949 originale (a sinistra) e sua strategia (a destra) (New Masterplan, 2013).....	38
Figura 12: Masterplan 1968 originale (a sinistra) e sua strategia (a destra) (New Masterplan, 2013).....	40
Figura 13: Masterplan 1968 originale (Ricci, 2011) .....	41
Figura 14: New Masterplam 2013, proposing metropolitan land use .....	43
Figura 15: Approccio forecasting .....	46
Figura 16: Struttura di un modello integrato di un software GIS e un'analisi multicriteria per uno scenario di uso del suolo (Nyeko, 2012) .....	48
Figura 17: Rete stradale principale di Dar es Salaam (New Masterplan, 2013) .....	54
Figura 18: Un dala-dala di Dar es Salaam.....	55
Figura 19: The implementation phases of the planned DART network (Logit, 2009) ..	56
Figura 20: Main developement Strategy of New Masterplan .....	59
Figura 21: Carta della copertura del suolo della regione di Dar es Salaam,Tanzania, 2011 .....	62
Figura 22: Carta della copertura del suolo della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, 2011.....	65

Figura 23: Andamento dei tre scenari nei diversi step temporali .....	66
Figura 24: Road network proposal 10 years, Dar es Salaam Masterplan 2012-2032 ....	68
Figura 25: Road network proposal 20 years, Dar es Salaam Masterplan 2012-2032 ....	69
Figura 26: Proposed metropolitan land use, Dar es Salaam Masterplan 2012-2032.....	70
Figura 27: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania	71
Figura 28: Layer delle strade ad alto scorrimento della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	72
Figura 29: Layer del trasporto pubblico all'interno della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	73
Figura 30: Estimated dala-dala network, city-wide and in the centre .....	74
Figura 31: Layer del tracciato degli acquedotti della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	74
Figura 32: Layer dell'urbanizzazione continua ben consolidata nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	75
Figura 33: Layer degli insediamenti urbani discontinui della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania .....	76
Figura 34: Layer delle aree di sviluppo turistico nel 2011 nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania .....	77
Figura 35: Localizzazione del CBD e del Ferry di Kigamboni .....	78
Figura 36: Layer dei fiumi della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania ....	79
Figura 37: Layer delle aree centrali di vincolo.....	80
Figura 38: Aree soggette a vincolo della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	81
Figura 39: Carta della copertura del suolo della regione di Dar es Salaam, Tanzania, 2002 .....	82
Figura 40: Carta della copertura del suolo della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, 2002.....	83
Figura 41: Schermata di ArcMap 10 .....	88
Figura 42: Schermata di ArcMap 10 .....	89
Figura 43: Aree d'influenza del CBD, Ferry di Kigamboni, strade asfaltate e insediamenti urbani discontinui.....	89
Figura 44: Schermata di ArcMap 10 .....	90
Figura 45: Schermata di ArcMap 10 .....	92

Figura 46: Schermata di ArcMap 10 .....	94
Figura 47: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2015 per il secondo scenario.....	99
Figura 48: Layer del futuro campo pozzi a Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	100
Figura 49: Aree d’influenza del CBD e del Ferry di Kigamboni per il secondo scenario .....	101
Figura 50: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2020 per il secondo scenario.....	102
Figura 51: Layer delle strade ad alto scorrimento della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2020 per il secondo scenario .....	103
Figura 52: Layer della aree industriali e commercilai nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2020 per il secondo scenario.....	104
Figura 53: Layer della seconda fase del progetto DART nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania .....	105
Figura 54: Kigamboni New City Masterplan .....	107
Figura 55: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario.....	108
Figura 56: Layer delle strade ad alto scorrimento della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario .....	109
Figura 57: Layer delle aree turistiche di Temeke; Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario.....	110
Figura 58: Nuovo CBD di Dar es Salaam secondo il terzo scenario.....	111
Figura 59: Layer delle aree industriali di Temeke; Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario.....	112
Figura 60: Layer degli insediamenti urbani discontinui della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario.....	113
Figura 61: Layer delle grandi centralità urbane di Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario.....	114
Figura 62: Risultato della applicazione del modello (a sinistra) e carta copertura del suolo del 2011 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania (a destra) .....	119
Figura 63: Carta della copertura del suolo al 2015 della municipalità Temeke, per il primo scenario .....	122

Figura 64: Carta della copertura del suolo del 2020 della municipalità Temeke per il primo scenario .....	123
Figura 65: Carta della copertura del suolo del 2030 della municipalità Temeke per il primo scenario .....	125
Figura 66: Primo scenario di consumo di suolo dal 2011 al 2030 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	126
Figura 67: Carta della copertura del suolo del 2020 della municipalità Temeke per il secondo scenario.....	127
Figura 68: Carta della copertura del suolo del 2030 della municipalità Temeke per il secondo scenario.....	129
Figura 69: Secondo scenario di consumo di suolo dal 2011 al 2030 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	131
Figura 70: Carta dell'uso del suolo del 2030 della municipalità Temeke, Dare es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario .....	132
Figura 71: Secondo scenario di consumo di suolo dal 2011 al 2030 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania.....	134



# 1. Introduzione

La crescita delle grandi metropoli dell’Africa Sub-sahariana ha raggiunto livelli considerevoli negli ultimi decenni. Ogni anno circa quindici milioni di persone abbandonano le aree rurali e si insediano nelle aree peri-urbane delle città africane (dati UN Habitat). Questo fenomeno crea forti problemi di gestione dei processi urbani e di fatto rende impossibile alle deboli amministrazioni pubbliche di garantire alla popolazioni le condizioni essenziali di vivibilità. La crescita urbana è legata soprattutto a insediamenti di tipo informale, ossia non oggetto di pianificazione. Nella maggior parte dei casi si tratta di edifici di bassa qualità, realizzati in maniera autonoma e senza allaccio ad acqua e corrente elettrica. Quest’espansione disordinata rende estremamente costoso realizzare in un secondo momento le infrastrutture primarie necessarie per i nuovi insediamenti. Le amministrazioni locali, sprovviste delle risorse economiche adeguate, non sono in grado di far fronte a questo problema.

Tuttavia va notato che le scelte localizzative delle famiglie sono fortemente influenzate dai pochi interventi formali realizzati con l’aiuto dei donatori (infrastrutture principali e interventi di up-grading delle aree informali) o ad opera di grandi investitori (CBD, centri commerciali, quartieri residenziali di lusso). Risulta perciò fondamentale per la pianificazione urbana saper prevedere gli impatti delle decisioni di intervento in termini di possibili scenari di localizzazione dei nuovi insediamenti informali. La costruzione di scenari di consumo di suolo può fornire un grande aiuto alle amministrazioni locali nella gestione della spesa pubblica sotto due punti di vista. Da una parte, consente di valutare le possibili alternative di intervento e scegliere dove e come allocare le poche risorse disponibili in modo da limitare gli impatti negativi. Dall’altra, offre la possibilità di conoscere in anticipo la domanda di servizi di rete (acqua, energia, trasporto, ecc.) da parte degli insediamenti informali e quindi di dimensionare in modo adeguato gli interventi pubblici quantomeno a livello di infrastrutture principali.

Lo scopo del lavoro presentato in questi capitoli è appunto la creazione di scenari di consumo di suolo per quanto riguarda l’area di Temeke, una municipalità della città di Dar es Salam, in Tanzania. Gli scenari sviluppati sono di tipo forecasting, ossia partono da una condizione presente definita ed esplorano i diversi futuri possibili in base alle politiche che saranno attuate.

Il passaggio fondamentale per la realizzazione di questo lavoro è l'individuazione dei driver dello sviluppo urbano, ossia i fattori che condizionano la localizzazione degli insediamenti a livello locale. Queste informazioni sono state ottenute in parte dalla letteratura e in parte mediante interviste ad esperti sul campo. Durante un soggiorno di oltre un mese a Dar es Salaam sono stati contattati diversi funzionari pubblici, tecnici e professori universitari che si occupano di pianificazione urbana. Inoltre sono state chieste informazioni riguardo i principali progetti in corso in città e i tempi di realizzazione delle opere.

La maggior parte dei driver dello sviluppo urbano individuati sono stati ricostruiti come layer vettoriali mediante il software ArcGIS 10 e successivamente è stato messo a punto un semplice modello per l'estrazione degli scenari di consumo di suolo. Il dato di partenza utilizzato è stato una carta della copertura del suolo di Dar es Salaam del 2011 realizzata nell'ambito del progetto ACC DAR ed estratta a partire da immagini Landsat. Il file raster utilizzato per la costruzione degli scenari possiede una bassa risoluzione, con una dimensione del pixel di 30 m. Il fatto di utilizzare un dato di partenza di bassa risoluzione geometrica è stato voluto per costruire una metodologia che fosse utilizzabile e gestibile anche dalle amministrazioni locali africane, tra le cui risorse ci sono capacità di calcolo molto modeste.

Il primo passaggio della metodologia è stato definire le aree d'influenza di ogni driver e attribuire un peso a ciascuna di esse. Queste superfici sono state costruite in ArcMap 10 realizzando il buffer multiplo dei layer vettoriali dei driver dello sviluppo urbano. Ad ognuna di queste aree è stato poi attribuito il peso corrispondente. I layer vettoriali sono stati poi convertiti in file raster aventi la griglia di pixel delle stesse dimensioni e sovrapposta alla carta della copertura del suolo. In questo modo è stato possibile effettuare una somma pixel per pixel di tutti i dati raster costruiti. Il risultato di questo processo è stato un file raster i cui valori dei pixel rappresentano il contributo all'urbanizzazione da parte di tutti i layer dei driver. Più è alto il valore nella cella, maggiore è la probabilità che quell'area sia oggetto di nuova urbanizzazione. Conoscendo la densità abitativa media e le previsioni relative alla nuova popolazione che si insedierà a Dar es Salaam nell'intervallo di tempo considerato, è stato possibile selezionare solamente il numero di pixel corretto per rappresentare l'espansione urbana e costruire una nuova carta della copertura del suolo per ogni scenario e fase temporale considerati.

Ci sono tuttavia delle aree in cui la nuova edificazione è impedita per cause normative o naturali. Sono stati perciò realizzati dei nuovi layer che rappresentano le aree di vincolo all'urbanizzazione e dove è stato imposto che non ci saranno nuove edificazioni.

Così come presentato il modello è estremamente semplice e di facile applicazione, ciononostante è sorto un problema legato alla bassa risoluzione del dato raster di partenza. Poiché la dimensione del pixel è di 30 m, la carta di copertura del suolo distingue due classi di urbanizzato: quello continuo, in cui le edificazioni occupano oltre il 70% del pixel, e quello discontinuo, in cui le edificazioni occupano tra il 30% e il 70%. È stato perciò necessario stabilire un criterio per il quale i pixel di nuova urbanizzazione fossero di tipo continuo o discontinuo. Dalla visione della serie storica delle carte della copertura del suolo e da prove fatte per calibrare adeguatamente il modello sul periodo 2002-2011, è fatta l'ipotesi che tutti i pixel di urbanizzato discontinuo che si trovino nel raggio di 500 m da grandi aree di urbanizzato continuo consolidato, si trasformino in urbanizzato continuo in un periodo di 3 anni. Ovviamente per la costruzione dello scenario è stato necessario considerare due valori diversi di densità abitativa per l'urbanizzato continuo e per quello discontinuo.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello sono dei file raster uguali alla carta della copertura del suolo di partenza, in cui i pixel selezionati come nuova urbanizzazione sono stati convertiti in urbanizzato continuo o discontinuo. Sono state realizzate tre tipologie di scenario: "Do nothing", in cui si ipotizza che la situazione attuale rimanga invariata nei prossimi vent'anni, "Implement already decided projects", in cui si fa l'ipotesi che vengano realizzati solo i progetti in fase di attuazione, e "Implement the new Masterplan 2012-32", in cui si ipotizza che vengano realizzati tutti i progetti previsti dal nuovo piano regolatore. Sono stati costruiti scenari per il 2015, 2020 e 2030. Tutti i risultati ottenuti prevedono una situazione futura di Temeke abbastanza problematica dove l'espansione urbana procede a ritmi molto veloci ed occuperà porzioni di territorio sempre maggiori. Le pubbliche amministrazioni dovranno essere in grado di gestire accuratamente le poche risorse disponibili e cercare di indirizzare la città verso una configurazione urbana più sostenibile.

## **2. Problematica, area Sub-Sahariana**

L'Africa è senza dubbio il continente con il tasso di crescita della popolazione urbana più alto, in particolare nell'Africa sub-sahariana questo valore si aggira intorno al 3,6% annuo (UN, 2012). Secondo le stime pubblicate da UN Habitat nel 2012, l'Africa sub-sahariana ha attualmente il 36% di popolazione urbana e questa percentuale è in progressivo aumento. È stimato che nel 2040 circa la metà della popolazione africana sarà stanziata in aree urbane.

Le cause di questa rapida crescita sono da ricercare non solamente nel naturale aumento della popolazione, ma anche nelle forti migrazioni dalle zone rurali verso quelle urbane. Il fenomeno ha le sue radici nell'impoverimento delle popolazioni rurali (push driver) ed è alimentato dalla disparità della dotazione di servizi e infrastrutture che differenzia i due tipi di aree (pull factor). Nelle zone rurali non è sempre garantito l'accesso all'acqua potabile e alla corrente elettrica e c'è carenza di strutture scolastiche e sanitarie. Inoltre gli investimenti dei governi dei singoli Paesi sono localizzati quasi esclusivamente nelle grandi città poiché sono il cuore delle attività economiche nazionali. Ciò contribuisce ancor più ad enfatizzare questa disparità di servizi e infrastrutture.

Le forti migrazioni dalle aree rurali hanno portato ad una vera e propria esplosione della popolazione in diverse città dell'Africa sub-sahariana, che si sono trasformate in pochi decenni in megalopoli di milioni di abitanti. Tuttavia la rapida crescita è accompagnata dalla debolezza degli strumenti di pianificazione delle autorità locali e dalla loro incapacità di indirizzare lo sviluppo urbano. L'espansione fisica della città avviene perciò in maniera disordinata e spesso caratterizzata da insediamenti di fortuna sprovvisti di accesso a servizi igienico-sanitari. Per le autorità locali diventa difficoltoso e assai costoso fornire le aree dei nuovi insediamenti di infrastrutture primarie e collegarle efficientemente alla rete stradale e del trasporto pubblico.

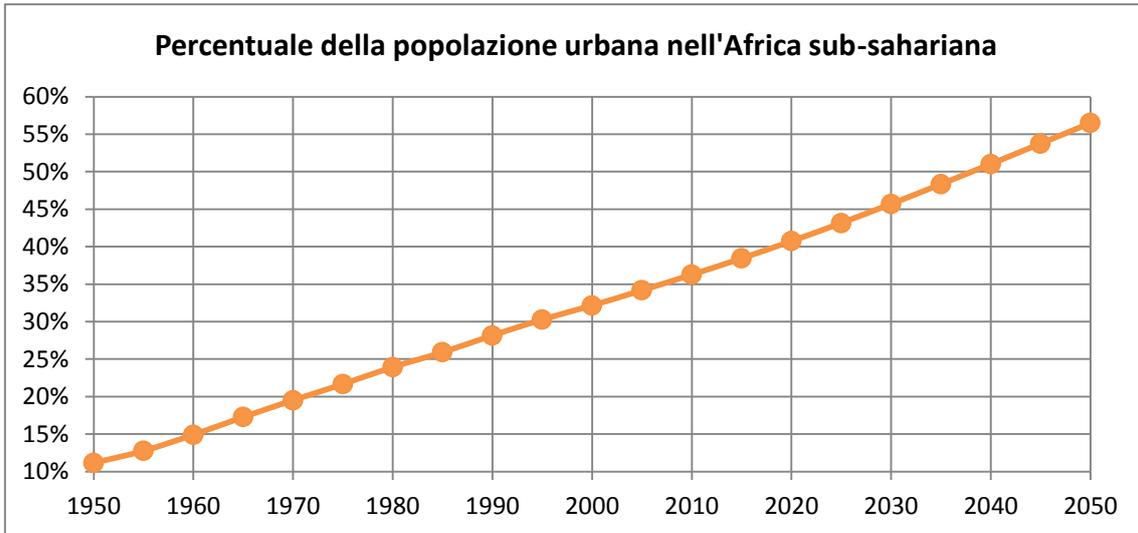


Figura 1: Dati e proiezioni UN Habitat 2012

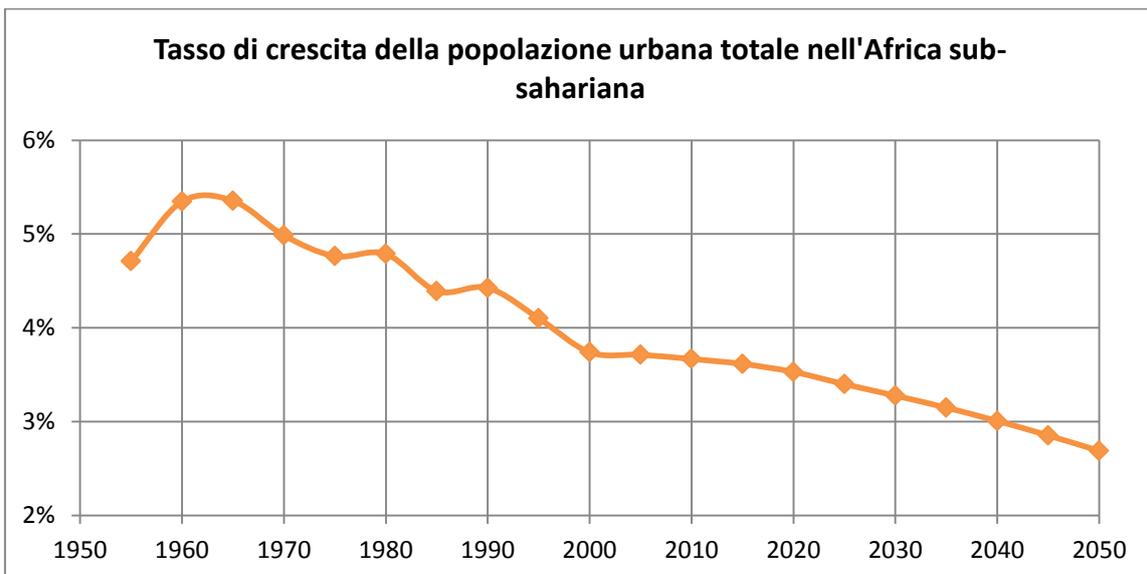


Figura 2: Dati e proiezioni UN Habitat 2012

Nei paragrafi che seguono saranno presentati le principali problematiche nei modelli di sviluppo delle città dell'Africa Sub-Sahariana e i possibili scenari futuri per quanto riguarda l'area dell'Africa orientale, in particolare della Tanzania.

## 2.1 Urbanizzazione guidata dalla povertà

Una rapida crescita urbana, se guidata unicamente dal mercato, non produce strutture spaziali funzionali e rende perciò necessaria una supervisione dello Stato per compensare interessi privati e benessere pubblico (Basteck et al., 2006).

Durante il periodo della prima industrializzazione, la repentina crescita delle città europee è stata guidata soprattutto dallo sviluppo economico. Dopo una difficile fase iniziale in cui adeguati indirizzi e strumenti di pianificazione non erano stati ancora sviluppati adeguatamente, le autorità locali ottennero le risorse necessarie per controllare il processo di crescita urbana. Questa disponibilità economica derivava principalmente dagli introiti fiscali. La strategia di pianificazione era indirizzata verso la creazione di una struttura urbana e una regolazione dell'uso del suolo molto semplici e chiare, ma forti abbastanza da garantire e migliorare tutti i servizi essenziali per la popolazione (Basteck et al., 2006).

Invece nei Paesi in via di sviluppo il processo di urbanizzazione è stato la conseguenza soprattutto di flussi di popolazione proveniente dalle zone rurali e che fugge da situazioni di fortissima povertà indotte dall'effetto combinato di aumento demografico, degrado ambientale e fenomeni di land grabbing da parte di imprese esterne. Nell'Africa Sub-Sahariana questo processo è in atto a livelli mai registrati nella storia. Ciò ha reso estremamente difficoltoso per le amministrazioni locali prive di risorse adeguate far fronte ad un aumento di popolazione tanto forte. I nuovi insediamenti sorgono soprattutto per iniziativa personale dei cittadini piuttosto che per strategie governative di pianificazione urbana, perciò non è semplice fornire in un secondo momento le aree di nuova edificazione delle infrastrutture primarie essenziali.

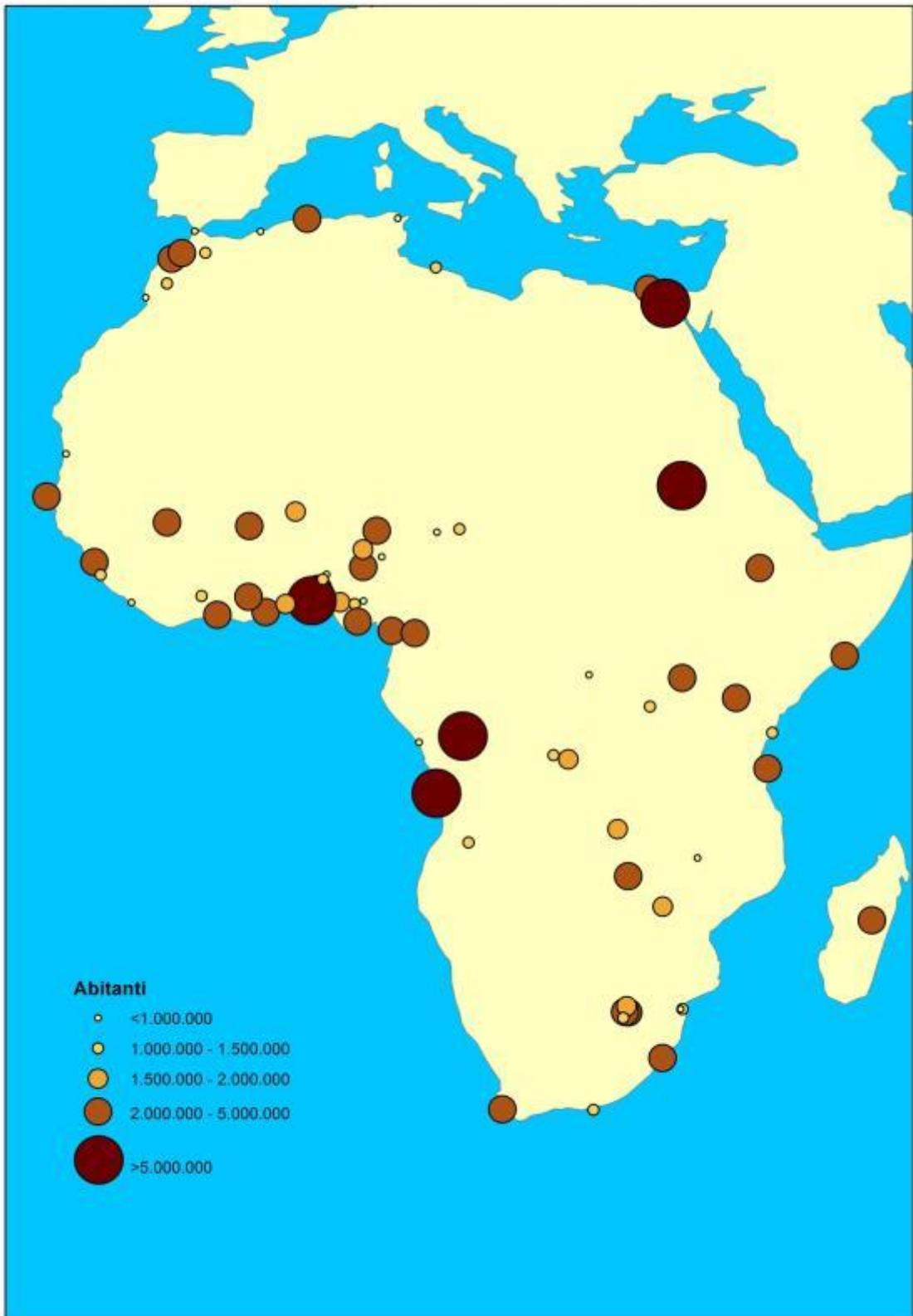


Figura 3: Città africane con oltre 750.000 abitanti (UN-Habitat, 2010)

## 2.2 Insediamenti informali

Se la nuova urbanizzazione è strettamente legata a condizioni di povertà, nella maggior parte dei casi genera insediamenti di tipo informale, ossia che sorgono in aree non oggetto di pianificazione governativa.

Uno sviluppo di tipo formale è caratterizzato da processi di pianificazione e zonizzazione, seguiti dalla realizzazione delle infrastrutture primarie e per ultimo dall'assegnazione dei lotti ed edificazione dei complessi abitativi.

Invece un'espansione urbana di tipo informale dà origine a insediamenti a bassa densità realizzati in maniera spontanea e autonoma, senza l'accesso diretto all'acqua potabile e alla rete elettrica. La differenza principale tra queste due tipologie di insediamento è la presenza o meno delle infrastrutture fondamentali come l'accesso stradale e i servizi idrici, energetici e sanitari. Negli insediamenti informali queste risorse sono rese disponibili in altro modo, come ad esempio utilizzando pozzi di emungimento per l'acqua o realizzando allacci abusivi alla rete elettrica. In questa maniera diventa assai costoso e difficoltoso per le autorità locali riqualificare e fornire dei servizi essenziali queste aree. Gli unici progetti realizzati sono quasi sempre solo quelli finanziati da donatori internazionali.

La maggior parte degli insediamenti informali sorge nelle aree inedificate della fascia peri-urbana delle città, spesso mediante occupazione dei lotti e senza passare per le formali procedure di acquisizione della terra. In queste aree vi è una grande disponibilità di terreni liberi e a basso costo vista la grande distanza dal centro città, luogo delle principali attività economiche.

Le autorità governative non riescono a seguire la rapida espansione della città attraverso la pianificazione territoriale. Alcune megalopoli africane accolgono ogni anno anche centinaia di migliaia di nuovi abitanti, rendendo perciò impossibile progettare abitazioni e infrastrutture adeguate per una tale domanda. Per questo motivo la quasi totalità dei nuovi insediamenti risulta essere di natura informale.

Secondo le stime di UN Habitat nel 2005 circa la metà della popolazione urbana africana viveva nei cosiddetti slums. Questa tipologia abitativa è quella prevalente all'interno di questi insediamenti, ma non è l'unica poiché al loro interno si possono trovare anche edificazioni di maggiore qualità. Infatti gli insediamenti informali non sorgono solo per l'auto-sostentamento della fascia più povera della popolazione, ma

sono anche parte di un processo di commercializzazione e di interessi speculativi, di un mercato abitativo che vede coinvolti proprietari su piccola e grande scala (Ricci, 2010).

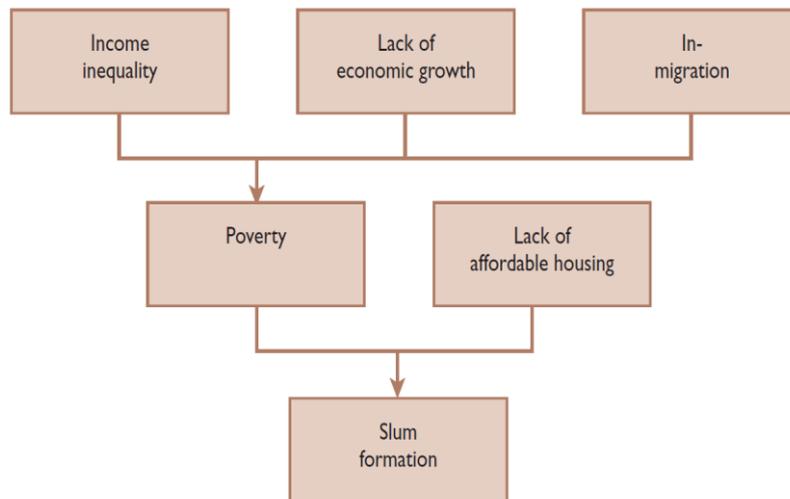


Figura 4: Schema della formazione degli insediamenti informali (UN-Habitat, 2003)

### 2.2.1 Economia informale

Oltre alle modalità insediative definite informali, le città dell’Africa sub-sahariana sono caratterizzate anche da attività economiche informali, ossia che si svolgono al di fuori di un quadro normativo di riferimento. Secondo il rapporto UN Habitat del 2009, questo tipo di attività assorbe circa il 60% della forza lavoro delle aree urbane, percentuale che aumenterebbe ulteriormente considerando esclusivamente le donne (Ricci, 2010). In alcune regioni si raggiunge addirittura il 90% di attività lavorative informali.

Questa economia consiste in diverse tipologie di attività, come ad esempio lavoratori artigianali domiciliari, venditori ambulanti, lavoratori autonomi, lavoratori occasionali stagionali, piccoli imprenditori (Hill, 2010). Specialmente nelle regioni dell’Africa sub-sahariana le persone che hanno un lavoro in proprio sono molte di più rispetto a quelle che percepiscono uno stipendio regolare.

Nelle aree urbane più povere come gli slums, le attività economiche informali rappresentano la principale fonte di sopravvivenza per la popolazione (UN Habitat, 2010).

L'esistenza di questa modalità di economia ha delle conseguenze importanti per le autorità pubbliche e la gestione urbana in quanto riduce drasticamente le possibili entrate fiscali (Hill, 2010).

### 2.2.2 Trasporto informale

È possibile riscontrare attività di tipo informale anche all'interno del settore dei trasporti.

Il trasporto pubblico rappresenta il principale mezzo di spostamento per la maggior parte della popolazione dato il suo costo ridotto. Nel periodo post-coloniale la gestione del trasporto collettivo era esclusivamente un monopolio pubblico ma le autorità locali non possedevano le risorse necessarie per fornire un servizio di livello efficiente. Esse riscontrarono principalmente tre tipologie di problemi (Abiodun, 1997):

- Problemi istituzionali, dovuti alla mancanza di organizzazione nel coinvolgimento delle varie istituzioni per la realizzazione di infrastrutture e servizi.
- Problemi tecnici, dovuti alla struttura fisica urbana delle aree da servire.
- Problemi sociali, dovuti al basso livello di disciplina nel traffico e lo scarso rispetto per le norme stradali.

Perciò questo settore nella maggior parte dei Paesi dell'Africa sub-sahariana è stato affidato all'iniziativa privata in quanto l'autorità pubblica, per le ragioni elencate, non era in grado di soddisfare a pieno la domanda di mobilità.

Per questo in molte città africane hanno acquistato grande importanza taxi privati e minibus, come i "matatus" a Nairobi, i "dala-dala" a Dar es Salaam o gli "zola budds" in Sud Africa (Hill, 2010).

Nel caso di Dar es Salaam la maggior parte delle attività dei dala-dala è regolata dalla Transport Authority e perciò non può essere considerata totalmente informale. Questa autorità governativa concede le licenze, decide percorsi e frequenze, esamina e approva i veicoli idonei per il trasporto pubblico (Hill, 2010). Le licenze per il trasporto passeggeri sono inoltre assegnate anche a taxi, bajaji e moto-taxi, che permettono di raggiungere anche le aree non coperte dal servizio.

## 2.3 Scenario regionale, Tanzania e Africa orientale

Insieme alla città keniota di Mombasa, Dar es Salaam è il principale porto dell'Africa Orientale e ha un ruolo strategico fondamentale sia all'interno della SADC (Southern African Development Community) che della EAC (East African Community). Per questo motivo a Dar sono localizzati i due terzi degli investimenti del governo centrale, il che genera uno squilibrio di possibilità di sviluppo rispetto agli altri centri urbani della Tanzania.

L'economia nazionale è basata prevalentemente sull'agricoltura, che genera circa un quarto del PIL e assorbe il 60% della forza lavoro. Tuttavia c'è un forte trend di migrazioni dalle zone agricole verso quelle urbane, in particolare nella regione di Dar es Salaam, la quale ha registrato dal 2002 un tasso di crescita della popolazione superiore al 5% annuo. La città è passata dai 2.487.288 abitanti del 2002 (National Bureau of Statistics, Censimento 2002) ai 4.364.541 del 2012 (National Bureau of Statistics, Censimento 2012).

Nei seguenti paragrafi verranno presentati i possibili scenari su scala nazionale, considerando anche le politiche a livello di Africa orientale. Tutte le informazioni e i ragionamenti sono stati estrapolati dal New Masterplan di Dar es Salaam (Dodi Moss et al., 2013). Saranno prima di tutto presentate le organizzazioni internazionali e i progetti che avranno sicuramente un'influenza sul processo di sviluppo della Tanzania.

### 2.3.1 Le organizzazioni internazionali africane

Lo sviluppo della Tanzania è strettamente connesso a quello di alcuni Paesi confinanti a cui è legata da due accordi di collaborazione internazionale: la Southern African Development Community e l'East African Community.

La Southern African Development Community (SADC) raccoglie i Paesi dell'Africa Meridionale con l'obiettivo di un'integrazione economica e socio-culturale tra tutti gli Stati membri della regione.

L'East African Community (EAC), con sede ad Arusha in Tanzania, riunisce Kenya, Uganda, Burundi, Rwanda e Repubblica Unita di Tanzania. L'obiettivo primario è favorire una zona di libero scambio e agevolare la cooperazione economica e lo sviluppo dei Paesi aderenti. Le sue origini risalgono agli anni sessanta quando nel 1967

Kenya, Uganda e Tanzania fondarono l'EAC con l'intento di creare una confederazione di Stati. L'organizzazione cessò di esistere nel 1977 a causa di problemi di natura politica tra i diversi membri. Solo alla fine degli anni novanta il progetto fu ripreso e nel 2000 l'EAC fu ripristinata.

Un primo importante accordo fu quello di abolire i dazi doganali sulle merci in circolazione tra i confini dei Paesi membri. Nel 2007 entrarono nell'organizzazione anche Burundi e Rwanda, ai quali fu imposto di adeguarsi alla politica appena intrapresa.

Il progetto comune principale è quello dell'adozione della moneta unica a partire dal 2015, anche se restano forti dubbi sulla capacità dell'organizzazione di costituire una confederazione di Stati simile all'Unione Europea. Segnali positivi in questo senso sono arrivati dalla ratifica nel 2010 del Common Market Protocol.

La politica futura dell'EAC sicuramente influenzerà lo sviluppo degli Stati membri, che attualmente è indirizzata verso il potenziamento delle infrastrutture e il rafforzamento dei collegamenti tra i diversi Paesi.

### 2.3.2 I grandi progetti pan-africani

I grandi progetti pan-africani che interessano il futuro sviluppo della Tanzania sono essenzialmente due: la Trans African Highway e l'East Africa Railway.

La Trans African Highway (TAH) è una rete stradale internazionale che collega le principali città africane con l'obiettivo di promuovere e aumentare gli scambi commerciali. La TAH 4 collega Il Cairo con Gaborone, per una lunghezza complessiva di 8860 km, e attraversa interamente il territorio della Tanzania da Nord a Sud passando in prossimità della capitale Dodoma. Tuttavia questo tratto è solo in parte asfaltato e ancora in fase di completamento. Se dovesse effettivamente essere implementato, questo corridoio potrebbe rappresentare una fonte di sviluppo dell'area urbana di Dodoma che diventerebbe un nodo centrale di un'importante rotta commerciale.

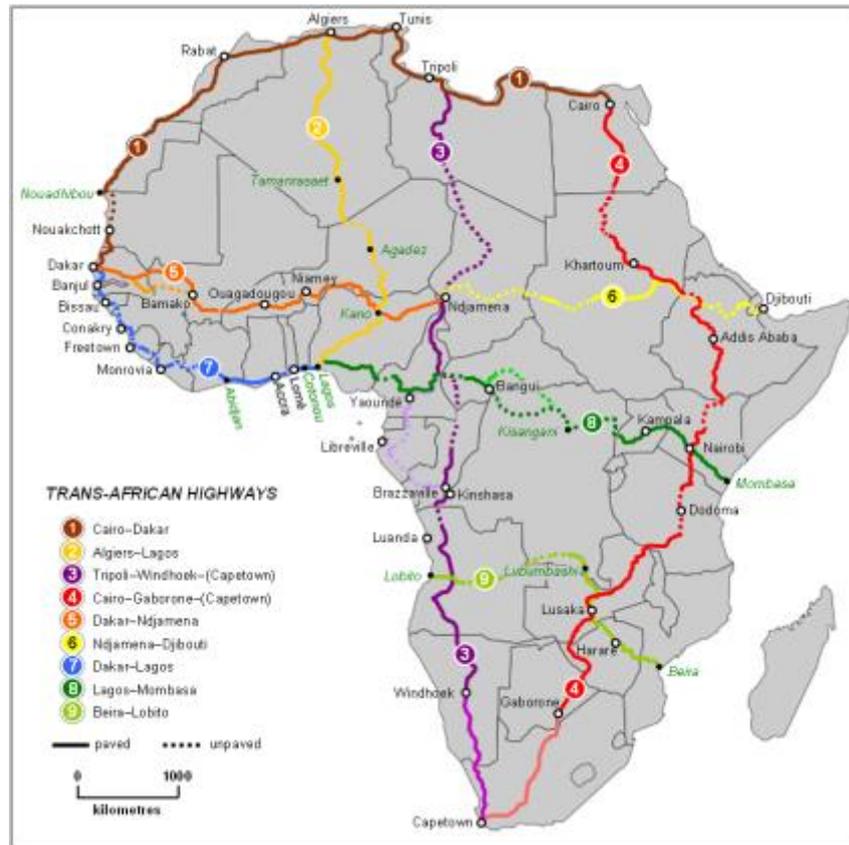
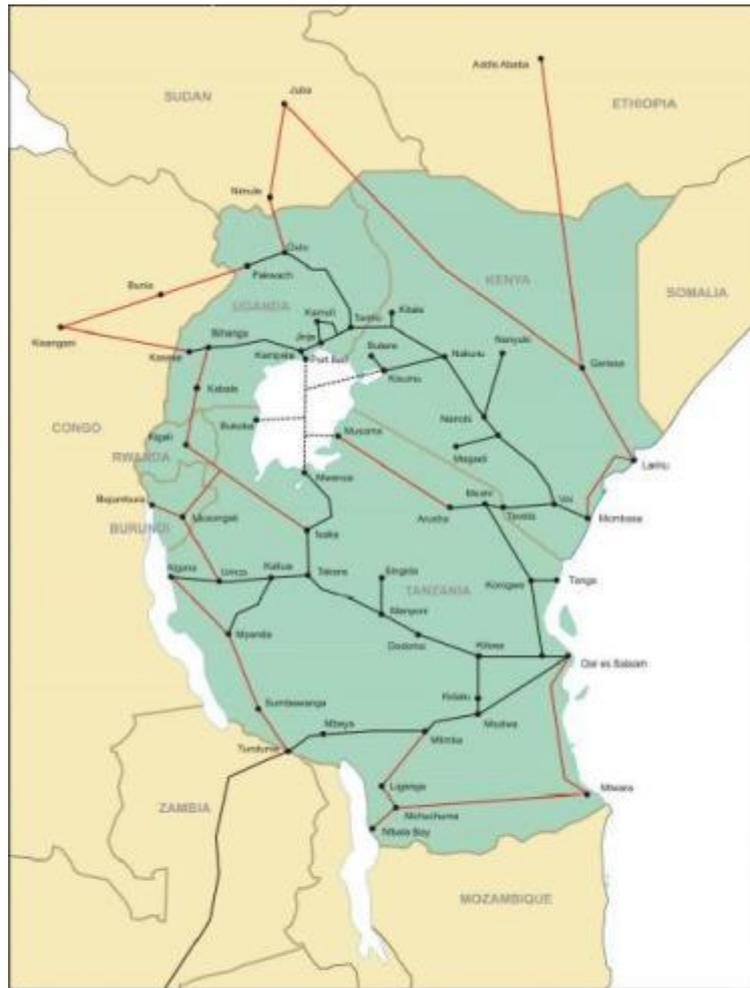


Figura 5: Trans African Highway

Nell'East Africa Railway Masterplan del 2009 si mette in evidenza il ruolo strategico dei porti di Mombasa e Dar es Salaam non solo per l'Africa Orientale, ma anche per i Paesi confinanti a Occidente. È previsto un graduale aumento del traffico merci nei prossimi venti anni, poiché la rete esistente, se potenziata, potrebbe trasportare dai 13 ai 21 milioni di tonnellate nel 2030. È perciò sottolineato come uno sviluppo della rete ferroviaria possa contribuire in maniera positiva all'economia dell'intera EAC, sia per quanto riguarda il trasporto merci che passeggeri.

Tuttavia, considerando le future proiezioni dei flussi di traffico, non è stata comunque valutata economicamente sostenibile una conversione dei treni alla trazione elettrica.



**Legend**  
 Current Railway Line ———  
 Proposed Railway Line ———  
 Ferry - - - - -

Figura 6: Rete ferroviaria attuale e proposte d'intervento (The East African Railways Master Plan, 2009)

### 2.3.3 Il primato della regione di Dar es Salaam a livello nazionale

Nonostante Dar es Salaam non sia la capitale politica della Tanzania, ruolo che spetta alla città di Dodoma, è sede di tutti i ministeri e buona parte degli uffici amministrativi di livello nazionale. Il ruolo di capitale fu spostato nel 1970 a Dodoma perché localizzata in una posizione centrale all'interno del Paese, ma la città tuttora possiede poco più di 300.000 abitanti ed è sede solamente dell'Assemblea Nazionale.

Dar es Salaam è il centro urbano che attira ogni anno la maggior parte dei flussi migratori dalle aree rurali, vista la presenza di importanti infrastrutture e servizi, dei

quali c'è scarsità nel resto del Paese. Possiede inoltre una struttura urbana ben definita e consolidata, per questo è luogo delle più importanti attività economiche nazionali e ha consentito lo sviluppo di un'economia di tipo informale dalla quale traggono sussistenza le fasce più povere della popolazione. Perciò è possibile affermare che Dar es Salaam è senza dubbio la città a cui spetta il primato a livello nazionale. La sola presenza di porto e aeroporto di livello internazionale rendono Dar es Salaam un nodo di scambio commerciale fondamentale per tutta l'Africa orientale.

Dato il suo forte peso demografico, il censimento del 2012 ha rilevato 4.300.000 abitanti, la regione di Dar consuma oltre il 20% del surplus agricolo prodotto dall'intera nazione e crea dei forti squilibri negli scambi commerciali tra le aree urbane e rurali.

Le attività economiche localizzate nella sua area metropolitana rappresentano circa il 16% del Prodotto Interno Lordo nazionale. Questo dato non è particolarmente elevato poiché la Tanzania è un Paese quasi esclusivamente agricolo e quindi non sembra avere un peso rilevante. Considerando invece il contributo alla produzione industriale nazionale, la percentuale sale al 45%.

Uno studio della Cooperazione Giapponese (JICA, 2008) per il nuovo piano dei trasporti ha stimato tra il 2003 e il 2010 una crescita del PIL della regione di Dar es Salaam del 7,6%, dato superiore a quello dell'intera Tanzania, che non supera il 6%.

Considerando il PIL pro capite di Dar es Salaam e della Tanzania, è stata stimata per il 2010 una crescita rispettivamente del 7,6% e del 5,5%, mentre per il 2030 del 2,6% e del 3,8%.

Invece secondo lo studio "National Accounts of Tanzania Mainland 2001 - 2011" (National Bureau of Statistics, 2012), la crescita del PIL della regione di Dar es Salaam nel 2011 si aggirava intorno al 6,5% annuo.

Per quanto riguarda le entrate fiscali, Dar es Salaam contribuisce con il 70% al totale delle tasse raccolte a livello nazionale.

Risulta perciò evidente come il governo centrale tenda a localizzare gli investimenti soprattutto in quest'area piuttosto che distribuirli uniformemente all'interno del Paese. Attualmente circa i due terzi degli investimenti nazionali sono localizzati solo nella regione di Dar es Salaam. Questo forte squilibrio con il resto del Paese è perciò enfatizzato dalle attuali politiche di livello nazionale.

### 2.3.4 Scenari possibili

Gli scenari regionali possibili sono delle configurazioni della struttura urbana nazionale direttamente dipendenti dal ruolo che la città di Dar es Salaam avrà nel contesto regionale dell'Africa sud-orientale. Essi sono la conseguenza di una serie di fattori endogeni ed esogeni che, combinandosi tra loro, spingeranno ciascuno verso un tipo di configurazione urbana. In base a quelle che saranno le politiche future sarà possibile prevedere verso quale tipo di scenario la Tanzania sta tendendo.

Gli scenari considerati dal New Masterplan sono i seguenti:

- S1) primato debole
- S2) primato forte
- S3) struttura urbana multi-centrica

Nei seguenti paragrafi saranno descritti i principali fattori esogeni ed endogeni considerati dal New Masterplan.

#### *2.3.4.1 Fattori endogeni*

##### F1) Politiche dell'EAC

La situazione in Tanzania è strettamente collegata a ciò che accade nei Paesi confinanti. Una politica a livello di EAC di incremento degli scambi commerciali potrebbe portare a uno sviluppo delle infrastrutture a livello trans-nazionale, favorendo una configurazione urbana di tipo poli-centrico e creando importanti agglomerati urbani in particolari zone del territorio nazionale. Le aree più adatte ad accogliere uno sviluppo di questo tipo sono quelle del Lago Vittoria e del confine con il Kenya. Al contrario una politica di isolamento del Paese rafforzerebbe la configurazione mono-centrica attuale e aumenterebbe il tasso di crescita di Dar es Salaam, rallentando lo sviluppo delle altre città della Tanzania. Attualmente le intenzioni dei Paesi membri dell'EAC sono quelle della creazione di un'area di libero scambio e di adottare nel giro di pochi anni una moneta unica. I progetti che effettivamente saranno implementati avranno conseguenze dirette sullo sviluppo locale.

Si possono distinguere perciò i due fattori:

F1a) effettiva implementazione di una politica a livello di EAC

F1b) debole o parziale implementazione di una politica a livello di EAC

## F2) Investimenti

Gli investimenti del governo centrale sono uno dei principali fattori che determina la tipologia di sviluppo del territorio nazionale. Essi sono strettamente legati al livello di rischio legato all'economia nazionale, all'efficienza dello Stato e delle autorità locali.

Le tipologie di fattori in questo contesto sono le seguenti:

F2a) investimenti efficienti distribuiti in tutto il Paese

F2b) investimenti efficienti localizzati esclusivamente nella regione di Dar es Salaam

F2c) investimenti inefficienti concentrati soprattutto a Dar es Salaam

## F3) Gestione e sfruttamento delle risorse locali

Le principali attività economiche del Paese sono l'agricoltura e l'allevamento del bestiame, tuttavia queste sono praticate soprattutto a livello di sussistenza. Perciò il surplus agricolo prodotto è molto basso e la sua gestione diventa estremamente importante.

Tra le risorse locali di particolare importanza possono essere considerate anche quelle minerarie e naturali, in particolare i grandi parchi e riserve, le quali se ben amministrate potrebbero produrre un buon ritorno economico.

I fattori considerati riguardano la gestione del valore economico prodotto da queste risorse e sono i seguenti:

F3a) investimenti con effetti locali moltiplicativi e distributivi

F3b) prelievo del valore aggiunto generato dagli investimenti

## F4) Politiche di gestione del budget e spesa pubblica

Attualmente l'autonomia di gestione del budget a livello locale è molto limitata. La spesa pubblica in infrastrutture, salute ed istruzione è stabilita a livello ministeriale. Ciò impedisce l'implementazione di politiche di sviluppo promosse a livello locale.

Sono stati considerate due tipologie di fattori:

F4a) sviluppo delle capacità di autogestione del budget a livello locale

F4b) dipendenza fiscale dal governo centrale

## F5) Struttura di Dar es Salaam

La struttura urbana di Dar es Salaam dipende sostanzialmente dalla localizzazione delle principali attività economiche e dei servizi. Attualmente questi sono presenti soprattutto nei pressi del CBD, consolidando una configurazione urbana mono-centrica. Ciò comporta anche numerosi problemi di gestione del traffico e dimensionamento delle infrastrutture. Una via per modificare questa configurazione è quella di creare delle centralità distanti anche decine di chilometri dal CBD dove localizzare attività economiche e servizi. In questo modo lo sviluppo urbano che ne deriverebbe non graviterebbe più esclusivamente sul centro della città ma porterebbe ad un'intensificazione delle connessioni con l'esterno.

I due fattori considerati sono:

F5a) struttura mono-centrica e “chiusa”

F5b) struttura poli-centrica e “aperta”

F6) Potenziamento delle infrastrutture e della rete ferroviaria, ITC (Information and Communication Technology)

Lo sviluppo delle infrastrutture stradali e ferroviarie è un elemento chiave della futura configurazione urbana nazionale. Puntare sul rafforzamento delle connessioni tra le diverse città avrebbe le conseguenze opposte del potenziamento delle uniche infrastrutture urbane di Dar es Salaam.

La rete ferroviaria è attualmente poco utilizzata ed è fonte di dibattito se sia conveniente puntare su un suo miglioramento come risorsa strategica o se rappresenti solamente uno spreco di risorse.

In questo contesto sono stati selezionati quattro distinti fattori:

F6a) potenziamento esclusivamente della rete stradale nazionale

F6b) potenziamento della rete stradale e ferroviaria a livello minimo

F6c) potenziamento della rete stradale e ferroviaria a livello nazionale

F6d) potenziamento della rete stradale e ferroviaria a livello di EAC

F7) Gestione ambientale

I problemi ambientali sono quasi assenti dalle priorità dell'agenda governativa. Le politiche agricole e forestali sono orientate soprattutto allo sfruttamento delle risorse e alla vendita delle terre a grandi aziende. Questioni di tipo ambientale sono state

evidenziate unicamente da associazioni non governative presenti sul territorio e da autorità di livello locale.

La gestione ambientale è articolata in quattro livelli principali. Il primo comprende le grandi città e riguarda la gestione di acqua, drenaggio, reflui urbani, vegetazione, orticoltura, vivai e caseifici. Il secondo include piccole città in cui c'è ancora un forte legame tra i confini naturali e l'ambiente rurale. Il terzo livello comprende le aree rurali dove è necessario un moderato sfruttamento delle risorse forestali. Il quarto include parchi, riserve di caccia, fiumi e bacini lacustri.

I fattori individuati sono:

F7a) efficace gestione ambientale

F7b) inefficace gestione ambientale

F8) UDMP (Urban Development Management Policy)

L'UDMP ha il compito di identificare i maggiori centri urbani, valorizzare il loro retaggio storico e culturale e valutare la loro struttura economica. È inoltre importante riconoscere i principali agglomerati urbani su cui gravitano tutti gli insediamenti per definire una gerarchia e calcolare il livello di accessibilità.

I fattori presi in considerazione sono i seguenti:

F8a) potenziare la gerarchia degli insediamenti urbani (forti agglomerazioni urbane)

F8b) potenziare la gerarchia degli insediamenti urbani (debole sviluppo di agglomerazioni urbane)

F8c) aumento della densità di popolazione all'interno di una cornice di insediamenti diffusi (in termini relativi)

F9) Scambi tra aree urbane e rurali

Tra le aree urbane e rurali c'è un continuo scambio di merci, prodotti, risorse, servizi, persone, informazioni, denaro, tasse, crediti, investimenti locali e internazionali. La natura di questi scambi spesso determina lo sviluppo di urbano di alcune zone o l'abbandono di altre.

In questo contesto i fattori considerati sono:

F9a) aumento del differenziale in favore dei centri urbani

F9b) stazionarietà degli scambi (in proporzione alla crescita della popolazione)

F9c) diminuzione del differenziale

#### F10) Flussi migratori tra aree urbane e rurali

I flussi migratori in Tanzania possono essere di carattere internazionale o nazionale. Il primo gruppo include movimenti di persone specialmente per motivi di lavoro oppure accoglienza di rifugiati da Paesi vicini teatro di conflitti. Per quanto riguarda le migrazioni interne, il dato maggiore è quello degli spostamenti dalle aree rurali verso quelle urbane. Secondo le stime UN-Habitat il tasso di crescita della popolazione urbana in Tanzania tra il 2010 e il 2015 è del 4,8% annuo. Un altro fenomeno migratorio rilevante è quello di popolazione urbana che si sposta in aree peri-urbane per avere prezzi della terra più accessibili e poter praticare l'agricoltura, rimanendo in questo modo sempre nelle vicinanze dei servizi garantiti dalle città.

I fattori in evidenza sono:

F10a) aumento delle migrazioni dalle aree rurali alle aree urbane

F10b) stazionarietà delle migrazioni dalle aree rurali alle aree urbane (in relazione all'aumento di popolazione)

F10c) diminuzione delle migrazioni dalle aree rurali alle aree urbane

#### F11) Capacità di attuazione e gestione dei processi urbani

La capacità di attuazione di programmi e progetti da parte delle autorità governative va di pari passo con la lotta alla corruzione ed all'evasione fiscale. Da questo dipende la disponibilità di risorse economiche e la capacità di controllo dei processi urbani.

Sono state considerate due tipologie di fattori:

F11a) forte potere decisionale

F11b) debole potere decisionale

#### *2.3.4.2 Fattori esogeni*

I fattori esogeni sono quelli che non sono direttamente dipendenti dalle politiche intraprese e per questo motivo non possono essere controllati.

I fattori considerati sono i seguenti:

E1) Mercato o Stato come forza motrice

Lo sviluppo urbano è regolato sia dalla capacità di pianificazione e attuazione delle autorità governative sia dal mercato. In base a quale tra queste due forze motrici prevalga, si avranno configurazioni diverse del tessuto urbano. Nell’Africa subsahariana il mercato è il fattore principale che regola lo sviluppo dei nuovi insediamenti in quanto gli strumenti di pianificazione locali sono molto deboli.

#### E2) Politica energetica

Le politiche energetiche nazionali sono notevolmente influenzate dalle fluttuazioni di prezzi e valute internazionali. Questo fattore determina lo sfruttamento delle risorse energetiche, rinnovabili e non rinnovabili, con lo scopo di andare incontro a una sempre crescente domanda locale e internazionale.

#### E3) Shock internazionali

Questo fattore è il più imprevedibile e riguarda la possibilità di shock internazionali dovuti alle fasi di transizione nella politica globale.

### 2.3.5 Riepilogo degli scenari regionali

Nella tabella che segue è indicato il contributo dei singoli fattori ai tre scenari considerati

- S1) primato debole
- S2) primato forte
- S3) struttura urbana multi-centrica

	S3	S2	S1
F1 - Politiche dell’EAC			
F1a - effettiva implementazione di una politica a livello di EAC	X		
F1b - debole o parziale implementazione di una politica a livello di EAC		X	X
F2 - Investimenti			
F2a - investimenti efficienti distribuiti in tutto il Paese	X		X

F2b - investimenti efficienti localizzati esclusivamente nella regione di Dar es Salaam		X	X
F2c - investimenti inefficienti concentrati soprattutto a Dar es Salaam		X	
F3 - Gestione e sfruttamento delle risorse locali			
F3a - investimenti con effetti locali moltiplicativi e distributivi	X		
F3b - prelievo del valore aggiunto generato dagli investimenti		X	X
F4 - Politiche di gestione del budget e spesa pubblica			
F4a - sviluppo delle capacità di autogestione del budget a livello locale	X		X
F4b - dipendenza fiscale dal governo centrale		X	X
F5 - Struttura di Dar es Salaam			
F5a - struttura mono-centrica e “chiusa”		X	X
F5b - struttura poli-centrica e “aperta”	X		
F6 - Potenziamento delle infrastrutture e della rete ferroviaria, ITC			
F6a - potenziamento esclusivamente della rete stradale nazionale		X	
F6b - potenziamento della rete stradale e ferroviaria a livello minimo	X	X	X
F6c - potenziamento della rete stradale e ferroviaria a livello nazionale	X		X
F6d - potenziamento della rete stradale e ferroviaria a livello di EAC	X		
F7 - Gestione ambientale			
F7a - efficace gestione ambientale	X		X
F7b - inefficace gestione ambientale		X	
F8 - UDMP			
F8a - potenziare la gerarchia degli insediamenti urbani (forti agglomerazioni urbane)	X		
F8b - potenziare la gerarchia degli insediamenti urbani (debole sviluppo di agglomerazioni urbane)			X
F8c - aumento della densità di popolazione all'interno di una cornice di insediamenti diffusi (in termini relativi)		X	
F9 - Scambi tra aree urbane e rurali			
F9a - aumento del differenziale in favore dei centri urbani		X	

F9b - stazionarietà degli scambi (in proporzione alla crescita della popolazione)			
F9c - diminuzione del differenziale	X		
F10 - Flussi migratori tra aree urbane e rurali			
F10a - aumento delle migrazioni dalle aree rurali alle aree urbane		X	
F10b - stazionarietà delle migrazioni dalle aree rurali alle aree urbane (in relazione all'aumento di popolazione)			X
F10c - diminuzione delle migrazioni dalle aree rurali alle aree urbane	X		
F11 - Capacità di attuazione e gestione dei processi urbani			
F11a - forte potere decisionale		X	X
F11b - debole potere decisionale	X		

Fattori di influenza e scenari regionali a cui tendono secondo il New Masterplan, 2012-32

### 2.3.6 Conclusioni

Il ragionamento sullo scenario regionale è mirato a capire che influenza potrebbero avere le future politiche statali e internazionali sulla configurazione urbana della Tanzania. Senza alcun tipo di intervento dello Stato centrale, la situazione attualmente più probabile è quella dello scenario S2. Il primato della regione di Dar es Salaam sul territorio nazionale è in costante consolidamento e sicuramente, anche nel caso di forti politiche di limitazione di questo fenomeno, l'attuale condizione sarà quella dominante nel prossimo decennio.

Ai fini della realizzazione di scenari di consumo del suolo a livello urbano, lo scenario regionale influisce soprattutto sul numero di migrazioni che ospiterà la città di Dar es Salaam nei prossimi due decenni. Infatti il dato principale da stimare per fare una previsione di nuova urbanizzazione è proprio la nuova popolazione che si stanzierà sul territorio. Ovviamente uno scenario di tipo S2 conserverà molto elevata la capacità di attrazione delle migrazioni da parte di Dar es Salaam, mentre uno di tipo S3 tenderà a ridistribuirle in diversi centri urbani che subirebbero un forte sviluppo.

Il New Masterplan assume come stima quella considerata più probabile a partire dalle considerazioni del possibile scenario regionale. La seguente tabella riassume la popolazione prevista e le ipotesi fatte nella stima.

Anno	Profilo
<p>2010</p> <p>Popolazione totale: 4 milioni</p> <p>1.01 maschi/femmine</p> <p>Elevato tasso di natalità e ampia fascia popolazione in età lavorativa</p> <p>Poca popolazione sopra i 65 anni</p> <p>Età media: 23 anni</p>	
<p>2015</p> <p>Popolazione totale: 4.9 milioni</p> <p>0.998 maschi/femmine</p> <p>Elevato tasso di natalità</p> <p>Rallentamento delle migrazioni in età lavorativa</p> <p>Età media: 24 anni</p>	
<p>2020</p> <p>Popolazione totale: 5.9 milioni</p> <p>0.99 maschi/femmine</p> <p>Elevato tasso di natalità, crescita del tasso di dipendenza</p> <p>Età media: 25 anni</p>	
<p>2025</p> <p>Popolazione totale: 7.1 milioni</p> <p>0.985 maschi/femmine</p> <p>Elevato tasso di natalità, crescita del tasso di dipendenza</p> <p>Rallentamento delle migrazioni in età lavorativa, la crescita naturale è la causa principale di aumento della popolazione</p> <p>Età media: 26 anni</p>	
<p>2030</p> <p>Popolazione totale: 8.5 milioni</p> <p>0.995 maschi/femmine</p> <p>Inversione di tendenza, elevato tasso di dipendenza</p> <p>Età media: 28 anni</p>	

Popolazione prevista a Dar es Salaam secondo il New Masterplan

Questi dati di popolazione saranno poi ripresi nello svolgimento del lavoro, il quale si focalizzerà sulla municipalità di Temeke. È stata scelta quest'area peri-urbana in quanto per la maggior parte non è ancora urbanizzata ed è quindi una grande riserva di superfici inedificate. Inoltre nei prossimi anni diventerà molto appetibile per nuovi insediamenti a causa di diversi progetti localizzati in quelle aree e delle previsioni del New Masterplan.

### **3. Analisi degli scenari di urban sprawl a Dar es Salaam: elementi metodologici**

#### **3.1 Studio di caso: municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania**

In questo capitolo in primo luogo sarà esposta una rapida descrizione storica dello sviluppo urbano di Dar es Salaam. La maggior parte delle informazioni riguardo la storia della città è stata ricavata dal New Masterplan (Dodi Moss et al., 2013).

Successivamente saranno presentati i passi del lavoro svolto mediante il software ArcGIS 10 per la costruzione di tre scenari di copertura del suolo. I risultati saranno mostrati e commentati in un capitolo a parte.

Il caso di studio riguarda Temeke, una municipalità di Dar es Salaam. È stata scelta quest'area in quanto dispone di una vasta superficie di territorio urbanizzabile, data la forte naturalità che la caratterizza. È inoltre oggetto di numerosi progetti che potrebbero stravolgere completamente il suo territorio, portando numerose nuove edificazioni ad alta densità e realizzando nuovi servizi e infrastrutture. Per questi motivi la municipalità di Temeke sarà quella che nei prossimi due decenni subirà le maggiori trasformazioni.

In quest'area ci sarà sicuramente un incremento di nuova popolazione insediata, ma la configurazione urbana che ne scaturirà dipenderà in primo luogo dall'attuazione dei progetti in corso.

Secondo il censimento del 2012 la municipalità di Temeke ospita 1.368.881 abitanti, distribuiti su una superficie di 786 km<sup>2</sup>. Le zone più densamente popolate sono quelle settentrionali in prossimità del Central Business District e l'area nelle vicinanze del Ferry di Kigamboni.

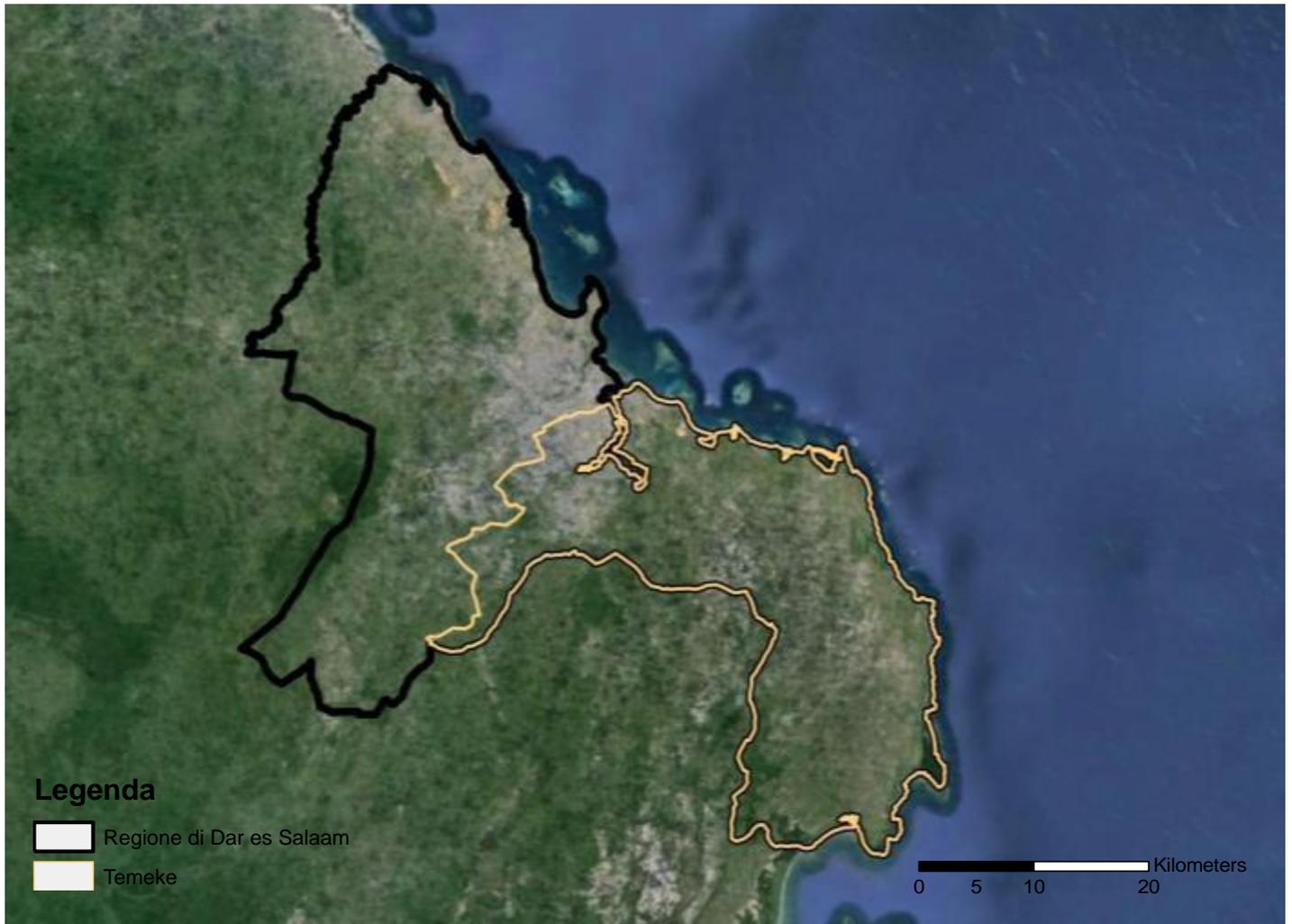


Figura 7: Confini amministrativi della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

### 3.2 Storia dello sviluppo urbano di Dar es Salaam

Il primo nucleo urbano di Dar es Salaam risale al periodo pre-coloniale, quando l'area costiera dell'Africa occidentale era sotto l'influenza del sultanato di Zanzibar. In seguito alla conferenza di Berlino del 1885 la Germania ottenne il controllo di quasi tutta l'odierna Tanzania. Nel 1891 Dar es Salaam divenne la capitale dell'Africa Orientale Tedesca, sostituendo Bagamoyo, poiché in possesso di un porto commerciale e da quell'anno cominciò il suo processo di espansione urbana.

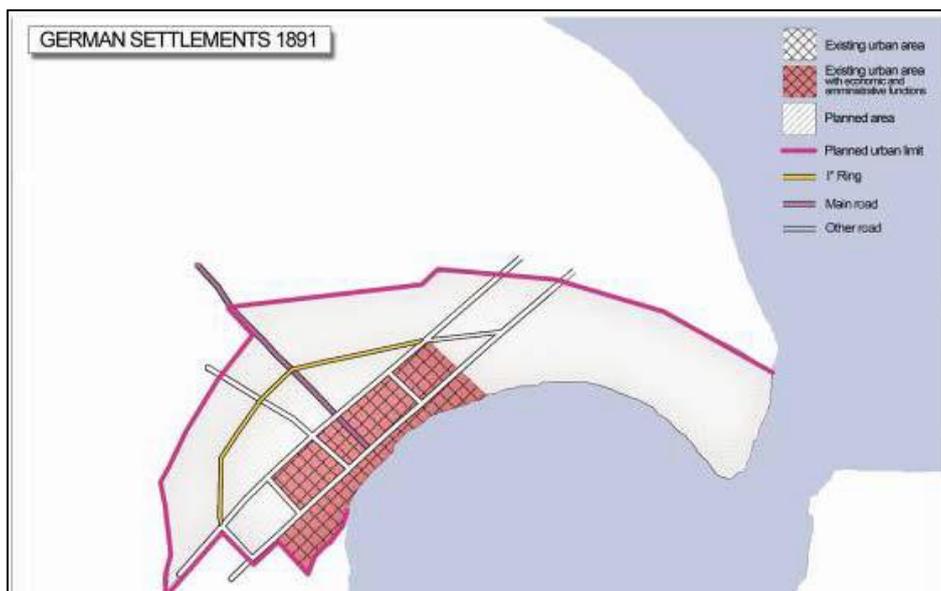


Figura 8: Schema dei primi insediamenti tedeschi nel 1891 (New MAsterplan, 2013)

I coloni tedeschi adottarono lo schema di sviluppo raffigurato nell'immagine sovrastante: una griglia regolare e due ampi archi che seguono la linea di costa. L'introduzione della "Building Ordinance" stabilì i criteri di edificazione in base alla tipologia di utente delle nuove abitazioni. La distribuzione delle diverse aree d'insediamento rifletteva le classi sociali. Il centro e il distretto economico fu riservato agli Indiani, le regioni orientali in prossimità dell'oceano agli Europei e le aree periurbane agli Africani. Infatti nel 1913 fu progettato il quartiere di Kariakoo, dove avrebbe dovuto risiedere la popolazione africana.

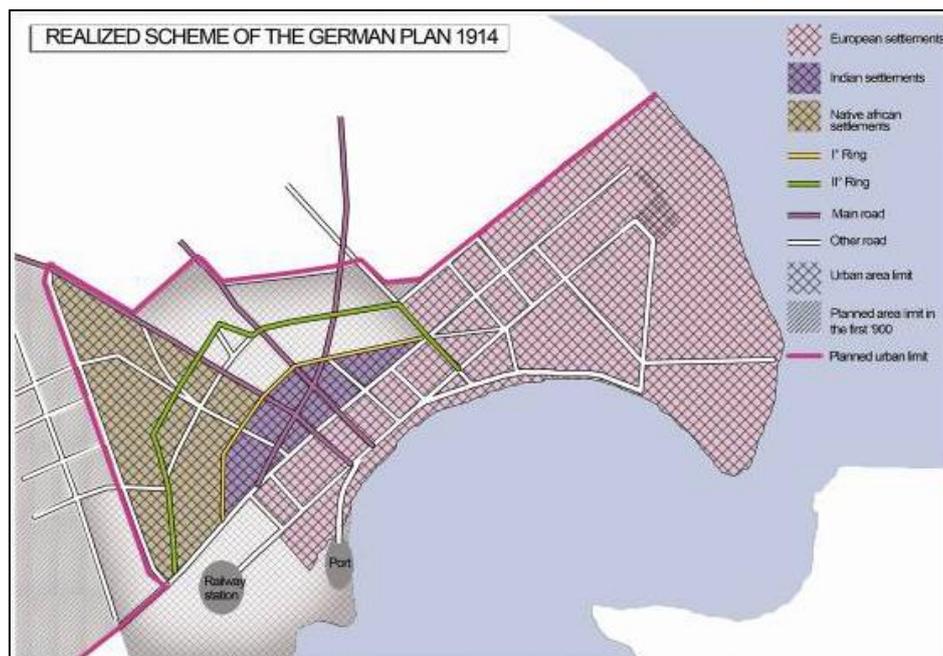


Figura 9: Schema dell'attuazione del piano dei coloni tedeschi nel 1914 (New MAsTerplan, 2013)

In seguito alla prima guerra mondiale, L'Africa Orientale passò sotto il controllo del governo britannico e Dar es Salaam divenne la capitale dello Stato di Tanganika. I coloni inglesi proseguirono la politica adottata dai Tedeschi, divisero il territorio urbano in tre zone, ciascuna riservata ad una classe sociale differente. Ogni zona era caratterizzata da una tipologia edilizia differente e l'area di Kariakoo fu separata dal resto della città da un grande spazio aperto. La zona destinata alla popolazione europea fu gradualmente ampliata e si sviluppò verso Nord fino all'area di Kivukoni seguendo la linea di costa.

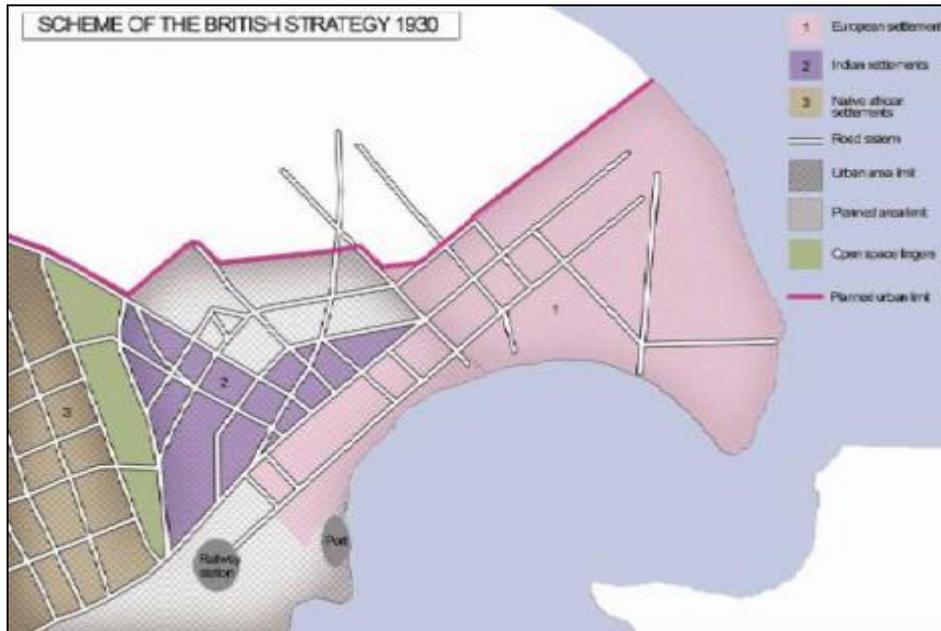


Figura 10: Schema dello sviluppo urbano britannico nel 1930 (New Masterplan, 2013)

### 3.2.1 Il Masterplan del 1949

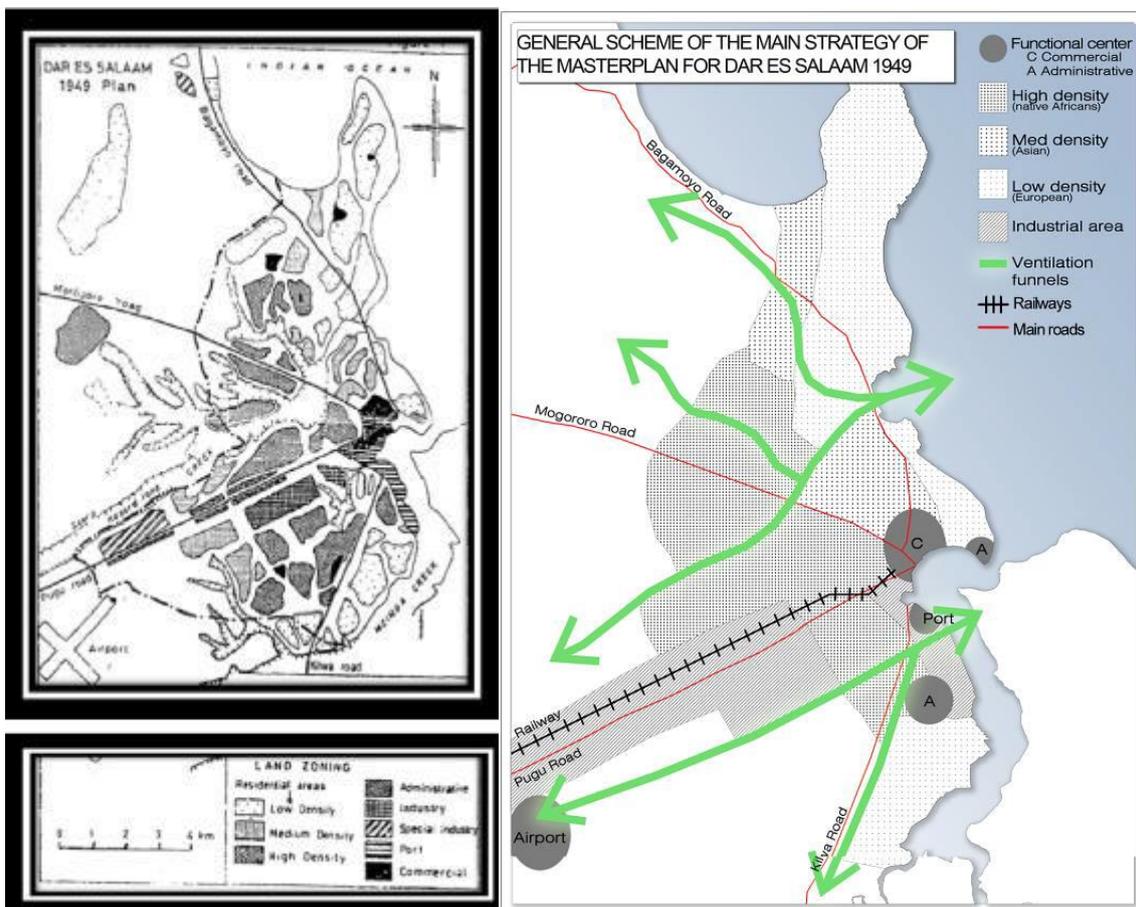


Figura 11: Masterplan 1949 originale (a sinistra) e sua strategia (a destra) (New Masterplan, 2013)

Il Master Plan del 1949 delinea un modello razionale di crescita della città vista come il maggiore centro amministrativo e commerciale del Tanganika (Ricci, 2011). Per la creazione della nuova area residenziale i pianificatori britannici abbandonarono la rigida griglia tedesca e applicarono i principi della *Garden City*.

I britannici si concentrarono su una serie di problemi centrali per quell'epoca, come la salute, l'estetica, la dotazione di spazi aperti e il contenimento dello sprawl urbano. Tuttavia rimase ferma la volontà di mantenere una stretta segregazione razziale nella distribuzione spaziale della popolazione (Ricci, 2011). Le aree residenziali vennero divise in tre zone: quelle con servizi e a bassa densità erano destinate agli Europei, quelle a media densità per gli asiatici mentre quelle ad alta densità per gli Africani.

Per consentire una buona ventilazione della città furono creati dei corridoi di ventilazione naturale (*ventilation funnel*) formati da aree continue di spazi aperti che, partendo dalla costa, raggiungevano le zone più interne della città.

Il piano fu in parte rivisto nel 1958 e fu in grado di consolidare la struttura urbana già esistente per porre le basi per la futura crescita di Dar es Salaam.

### 3.2.2 Il Masterplan del 1968

Nel 1961 il Tanganika (nel 1963 ci fu l'unione con il governo di Zanzibar sotto il nome di Repubblica Unita di Tanzania) ottenne l'indipendenza dal Regno Unito e il nuovo ruolo di capitale di Dar es Salaam portò a profondi cambiamenti nella città. In quegli anni la crescita della popolazione aveva superato del 35% le previsioni e il 70% della popolazione viveva in aree occupate in modo informale (Ricci, 2011). Perciò nel 1968 fu realizzato un nuovo Masterplan, il quale fu influenzato dalla Dichiarazione di Arusha, che segnò la nascita della Tanzania come stato socialista e la nazionalizzazione della proprietà della terra, dell'industria e delle infrastrutture (Ricci, 2011).

Il piano fu realizzato ipotizzando un forte tasso di crescita della popolazione, che in quegli anni aveva superato i 275.000 abitanti. Secondo le intenzioni dei pianificatori canadesi la città avrebbe dovuto adottare uno sviluppo urbano lineare lungo le principali arterie stradali, con la creazione di piccole città satellite intervallate da corridoi verdi. Lo schema concepito era indirizzato verso una configurazione a griglia con strade parallele a quelle principali, tuttavia la situazione che si verificò fu uno sviluppo urbano radiale lungo le arterie principali. Si cercò di abbattere le barriere di segregazione razziale

costruite negli anni anche attraverso una politica di housing sociale, senza tuttavia riuscire nell'intento.



Figura 12: Masterplan 1968 originale (a sinistra) e sua strategia (a destra) (New Masterplan, 2013)

Il piano si occupò inoltre della questione dei numerosi insediamenti informali, definiti irregolari (*squatter*), affrontandola in maniera autoritaria. Tali aree erano viste come un problema per lo sviluppo della città e fu programmata la loro completa eliminazione, anche forzata, entro il 1990 (Ricci, 2011). Tuttavia la crescita smisurata della popolazione e le scarse risorse dell'amministrazione pubblica resero impossibile la piena applicazione di questa politica.

Un ulteriore elemento che conferma la debolezza degli strumenti di pianificazione riguarda il Mzinga Creek bridge, previsto dal piano del 1968 e attualmente ancora in fase di realizzazione.

### 3.2.3 Il Masterplan del 1979

Il Masterplan del 1979 fu realizzato in un periodo storico critico di proliferazione di insediamenti informali, disoccupazione, deterioramento delle condizioni ambientali e sanitarie. La città di Dar es Salaam era interessata da diversi cambiamenti politici: lo spostamento della capitale a Dodoma, il decentramento amministrativo e una radicale revisione delle politiche abitative che accettava la presenza degli insediamenti informali non pianificati (Ricci, 2011).

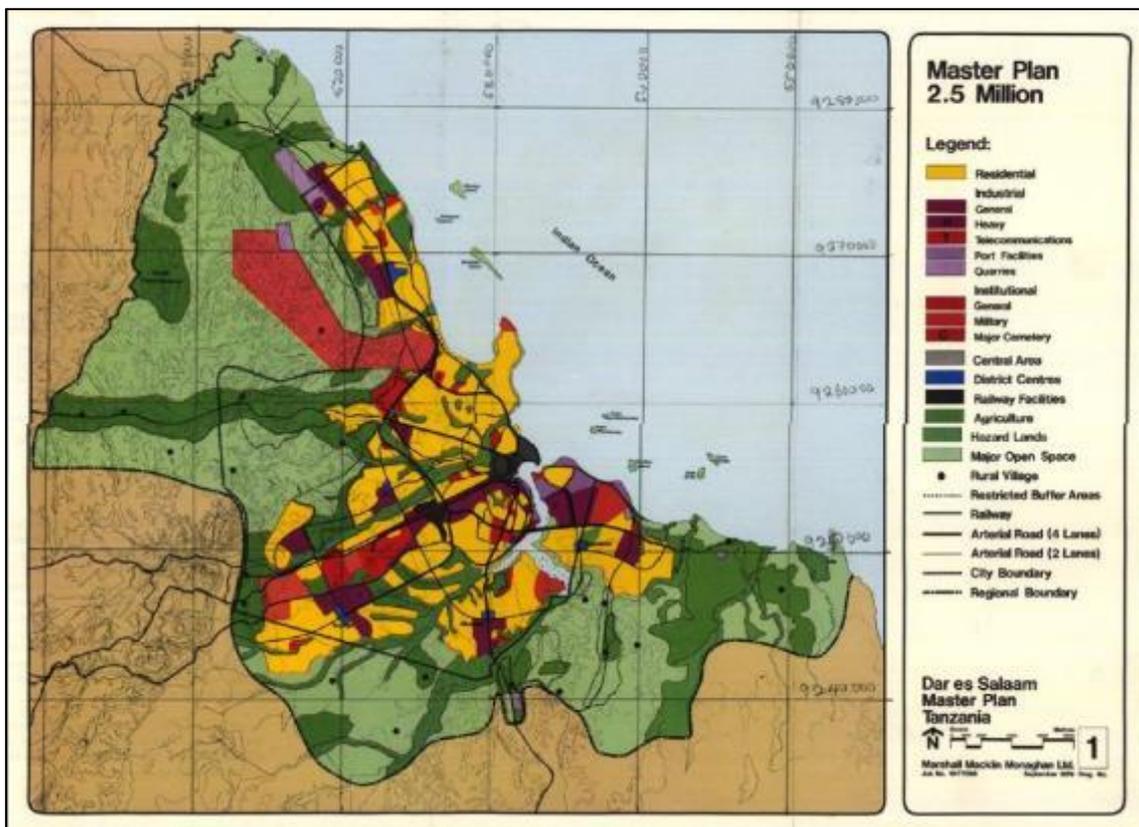


Figura 13: Masterplan 1968 originale (Ricci, 2011)

Il Masterplan del 1979 fu concepito in maniera più flessibile rispetto ai precedenti in quanto prevedeva tre differenti strategie di sviluppo urbano in base a quello che sarebbe stato l'aumento reale di popolazione. Inoltre il piano regolarizzò le aree di insediamento informale, localizzandole in prossimità di quelle residenziali pianificate, a patto che i proprietari contribuissero in futuro alla realizzazione delle infrastrutture primarie.

### 3.2.4 Il New Masterplan del 2013

Il nuovo piano regolatore si pone l'obiettivo di fare di Dar es Salaam una metropoli leader in tutta l'Africa orientale. Inoltre propone delle soluzioni per le principali questioni critiche che interessano la città (traffico, trasporti, infrastrutture, insediamenti informali, acqua, rifiuti, etc.) (Ricci, 2011).

Il piano riporta al suo interno tutti i progetti approvati dall'amministrazione pubblica negli ultimi anni, nonostante alcuni di essi siano in contrasto con gli obiettivi da raggiungere. Nella visione del New Masterplan il CBD necessita di essere alleggerito dalle numerose attività economiche e istituzionali presenti al suo interno. In questo senso viene proposta una delocalizzazione di queste attività in nuove centralità urbane poste anche a decine di chilometri di distanza dal centro della città. Tuttavia alcuni progetti, come ad esempio il Kigamboni New City o l'espansione dell'area portuale, potrebbero rafforzare il peso del CBD su tutta la regione di Dar es Salaam e sono perciò in contrasto con alcune proposte del piano regolatore.

La realizzazione delle opere previste dipenderà in buona parte dagli investimenti, soprattutto stranieri, che l'amministrazione locale sarà in grado localizzare sul territorio di Dar es Salaam.

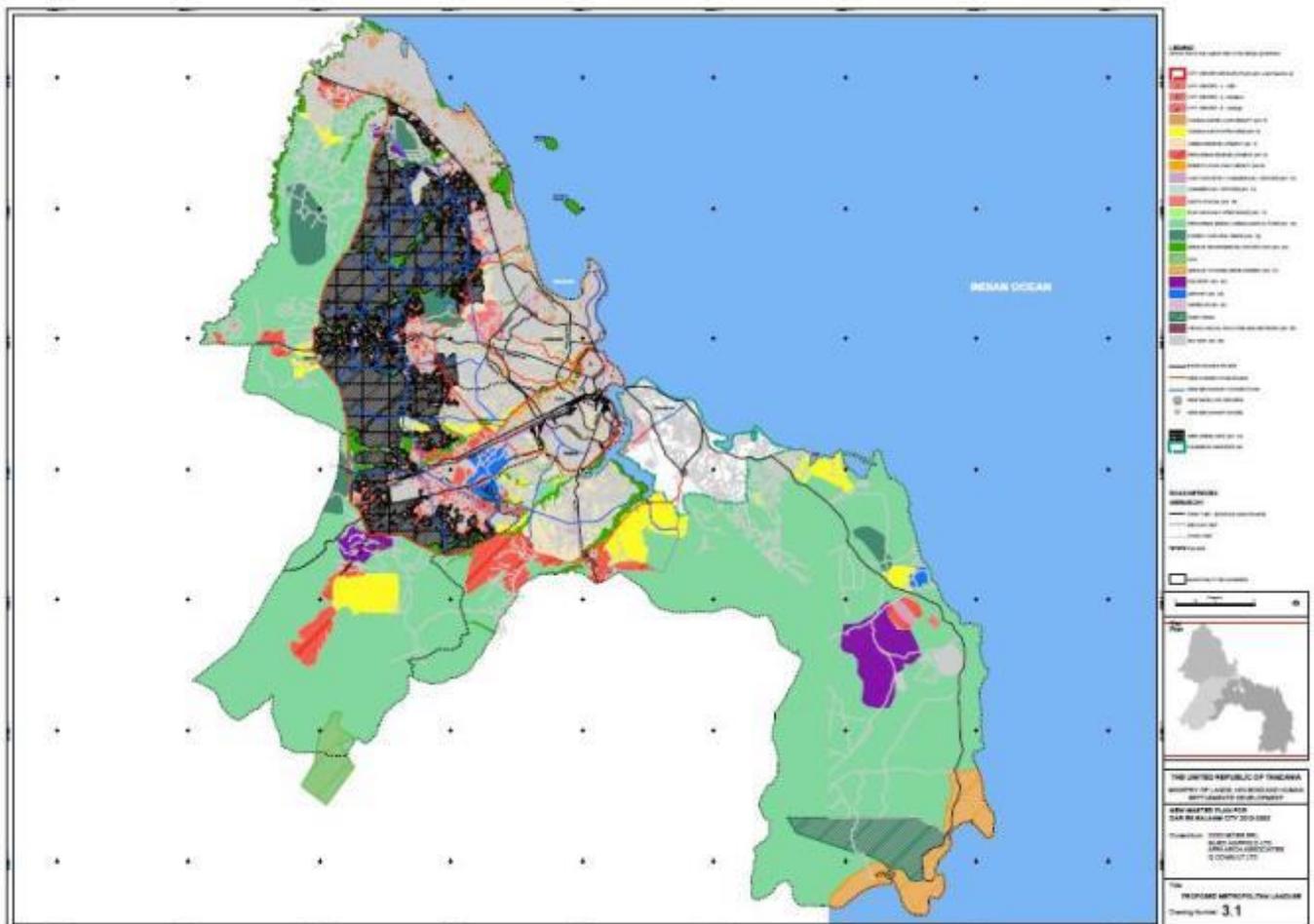


Figura 14: New Masterplam 2013, proposing metropolitan land use

### 3.3 Metodi per l'analisi di scenario

Il termine scenario ha assunto diversi significati nella letteratura. Porter (1980) lo definisce come “una visione coerente di come il futuro potrebbe rivelarsi, non è una previsione ma un possibile esito”. Schwartz (1991) invece afferma che “uno scenario è uno strumento per dare ordine alla percezione dei possibili futuri alternativi in cui la propria decisione potrebbe avere un ruolo”. Una definizione più recente è quella dell’IPCC (2007): “Uno scenario è una descrizione plausibile e spesso semplificata di come può andare il futuro, basata su un insieme coerente di ipotesi riguardanti forze motrici e relazioni chiave”.

Le definizioni sull’argomento possono essere diverse ma il concetto chiave è fortemente condiviso: uno scenario non è una previsione del futuro ma uno dei tanti futuri possibili. È infatti il livello di incertezza che caratterizza uno scenario e lo differenzia da una

previsione. Secondo Van der Heijden (1996) esistono tre categorie di incertezza rispetto al grado di prevedibilità di un evento:

- Rischio, le probabilità di accadimento di un determinato evento sono note.
- Incertezze strutturali, è possibile definire un'indicazione di plausibilità di accadimento di possibili eventi, essendo note le relazioni causa-effetto tra i sistemi interessati.
- Ignoto, non è possibile definire livelli di probabilità o possibilità di accadimento di eventi poiché questi sono sconosciuti.

Il termine analisi di scenario (scenario planning) si riferisce ad un insieme di metodi e metodologie attraverso i quali gli scenari vengono costruiti ed utilizzati per sostenere i processi decisionali, la pianificazione di priorità e le azioni da intraprendere in un contesto di incertezza sulle condizioni future (Faldi, 2012).

Secondo Bradfield (2005) l'analisi di scenario può essere utilizzata come:

- strumento di pianificazione a largo raggio degli investimenti e delle strategie in campo economico, sociale ed ambientale;
- strumento di simulazione di situazioni di crisi, la cui finalità è quella di definire e testare l'idoneità e la flessibilità dei sistemi e degli strumenti di risposta disponibili, così da poter incrementarne le capacità;
- mezzo di comunicazione in grado di rendere più leggibili e comprensibili modelli e teorie caratterizzate da un elevato grado di complessità;
- piattaforma pubblica per coinvolgere differenti stakeholder nei processi decisionali, nella pianificazione e nell'attuazione di politiche (Faldi, 2012);

Prendendo in considerazione gli obiettivi progettuali dell'analisi di scenario, si possono distinguere due grandi categorie: gli scenari esplorativi e gli scenari per il supporto alla decisione (Blečić, 2012). Nel primo caso l'elemento principale è la sua costruzione piuttosto che il prodotto finale, l'obiettivo è la comprensione dei meccanismi e delle relazioni tra i processi reali. Nel secondo caso ci si interroga sui diversi futuri possibili, gli scenari sono contraddistinti sia da una probabilità che da una desiderabilità. L'obiettivo è quello di definire opzioni e azioni strategiche da intraprendere concretamente.

Le prime tecniche di analisi di scenario furono sviluppate negli anni '60 dalla Rand Corporation (Dipartimento della Difesa USA) nella pianificazione degli investimenti da effettuare per la definizione di nuovi sistemi di difesa. Il principale rappresentante della Rand Corporation fu Herman Kahn, da molti considerato come il "padre" della moderna

tecnica di scenario planning (Faldi, 2012). Nel 1967 Kahn pubblicò il testo “The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years”, il quale rappresenta il documento di riferimento per l’analisi di scenario. Infatti questo testo introdusse il termine in letteratura e ne mostrò l’utilizzo come strumento di pianificazione in contesti complessi e incerti. Inoltre influenzò il successivo sviluppo dell’analisi di scenario, fornendo una base metodologica per gli studi sul futuro (Faldi, 2012).

Due esempi di utilizzo dell’analisi di scenario particolarmente rilevanti in quegli anni furono la Pubblicazione del Report del Club di Roma “The Limit to Growth” e l’esperienza della Royal Dutch Shell Company (Shell) nel 1972. In particolare quest’ultimo fu il primo documentato utilizzo dell’analisi di scenario come strumento di pianificazione.

La classificazione degli scenari si basa essenzialmente su tre aspetti: lo scopo, il modello processuale e il contenuto (Faldi, 2012). Nella seguente tabella è presentato un quadro riassuntivo degli aspetti generali e delle caratteristiche specifiche che caratterizzano uno scenario.

Overarching Themes	Scenario Characteristics
<p>A. Project goal: <i>prediction vs. exploration vs. decision support</i></p>	<p>1. Inclusion of norms: <i>descriptive vs. normative</i>            2. Vantage point: <i>forecasting vs. backcasting</i>            3. Subject: <i>issue-based, area-based, institution-based</i>            4. Time scale: <i>short term vs. long term</i>            5. Spatial scale: <i>global/supranational vs. national/regional vs. local</i></p>
<p>B. Process design: <i>intuitive vs. formal</i></p>	<p>1. Data: <i>qualitative vs. quantitative</i>            2. Method of data collection and integration: <i>participatory vs. desk research</i>            3. Resources: <i>extensive vs. limited</i>            4. Institutional conditions: <i>open vs. constrained</i></p>
<p>C. Scenario content: <i>simple vs. complex</i></p>	<p>1. Temporal nature: <i>chain vs. snapshot</i>            2. Variables: <i>heterogeneous vs. homogeneous</i>            3. Dynamics: <i>peripheral vs. trend</i>            4. Level of deviation: <i>alternative vs. conventional</i>            5. Level of integration: <i>high vs. low</i></p>

Quadro riassuntivo degli aspetti generali e delle caratteristiche specifiche dell’analisi di scenario (Van Notten et al., 2003)

### 3.3.1 Scenario forecasting

In base al punto di vista con cui uno scenario viene sviluppato, è possibile distinguere due tipologie: scenario *forecasting* e *backcasting*. Gli scenari forecasting partono dal presente e volgono la loro attenzione all'esplorazione del futuro. Gli scenari backcasting partono da un determinato futuro e ripercorrono i passi necessari a far emergere tale visione nel futuro (Faldi, 2012).

Uno scenario di tipo forecasting su un caso di studio specifico sarà costruito nei prossimi capitoli. Questo approccio è di tipo esplorativo ed è applicato per prevedere quello che potrebbe accadere nel futuro, specialmente in relazione a un particolare evento o situazione. L'assunzione di partenza è che un possibile futuro può essere costruito se l'attività di previsione è svolta con l'accuratezza necessaria, considerando tuttavia che di futuri alternativi ce n'è una vasta gamma (Mietzner et al., 2005). Sono le ipotesi sotto cui si lavora che permettono di distinguere i diversi scenari possibili. È necessario infatti definire tutti i driver utili, i loro effetti, le loro possibili interazioni e gli obiettivi che si intendono perseguire.

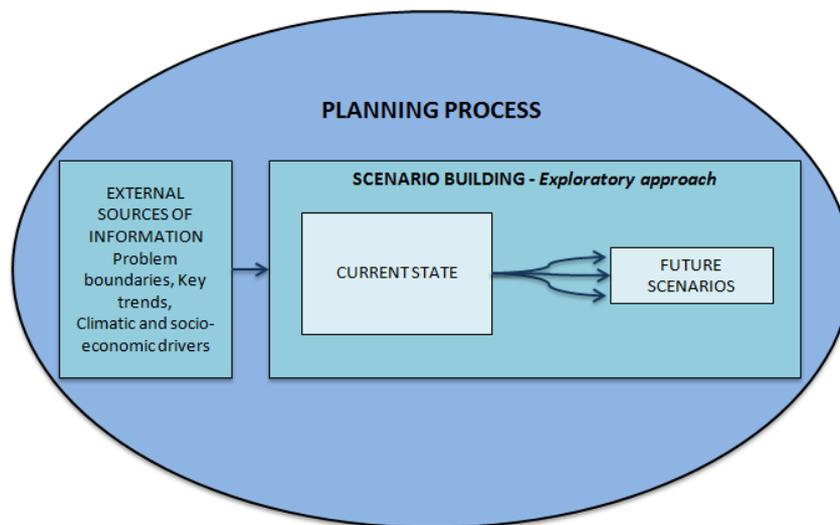


Figura 15: Approccio forecasting

L'approccio di forecasting si sviluppa all'interno della pianificazione strategica in contrapposizione al tradizionale paradigma di natura positivista che considerava il futuro come totalmente prevedibile attraverso l'estrapolazione dei trend storici. In questo contesto l'analisi di scenario permette di comprendere le relazioni tra i differenti fattori di cambiamento e di conseguenza, esplorando le implicazioni derivate da

determinate strategie, sviluppare un certo grado di flessibilità del sistema interessato nei confronti dei potenziali eventi futuri alternativi (Faldi, 2013).

Come stato affermato in precedenza, realizzare uno scenario forecasting non significa prevedere il futuro. Spesso si ha a che fare con sistemi sociali complessi e la loro previsione in senso stretto è impossibile. Un sistema complesso è un sistema le cui variabili interagiscono in maniera non lineare (Blečić, 2012). Risulta perciò necessario l'utilizzo di un modello che rappresenti una semplificazione della realtà e permetta una comunicazione efficace. Per quanto riguarda i sistemi urbani, un modello molto utilizzato è quello degli automi cellulari, che sarà descritto nel prossimo paragrafo. Invece la metodologia che è stata applicata ad un caso di studio in questo lavoro è un'analisi multicriteria mediante software GIS per la creazione di uno scenario forecasting di copertura del suolo.

### 3.3.2 Automi cellulari

La metodologia degli automi cellulari (cellular automata) è largamente utilizzata nella modellizzazione di sistemi urbani. Sulla città di Dar es Salaam, che nei prossimi capitoli sarà l'oggetto del caso di studio, sono stati compiuti numerosi studi sfruttando questo modello (Vincent, 2009; Hill et al., 2010; Basteck et al., 2006).

Il primo passaggio, secondo l'approccio comune, nella modellizzazione dei sistemi urbani è quello di definire le principali variabili e le loro relazioni. Gli elementi base degli automi cellulari sono delle celle all'interno di una griglia che rappresenta la struttura fisica e spaziale della città (Hill et al., 2010).

Un automa cellulare è un'entità discreta che possiede una serie di input e output e di possibili stati interni. Cambia stato per ogni step temporale in base a una serie di regole che dipendono dal proprio stato e dai diversi input applicati (Benenson et al., 2005). Inoltre tutte le celle sono influenzate dallo stato delle celle vicine e modificano il loro stato iterativamente e simultaneamente secondo le regole stabilite (Torrens et al., 2001).

Riassumendo, un automa cellulare è composto dai seguenti elementi:

- una griglia di celle
- una gamma di stati possibili
- un insieme di vicini definiti dalla griglia
- regole di transizione

a questi quattro elementi può essere aggiunta la componente temporale (Torrens et al., 2001).

Nel caso del sistema urbano gli stati delle celle rappresentano i diversi usi del suolo, i quali possono cambiare ad ogni iterazione. Le regole di transizione sono date dai driver dell'urbanizzazione stabiliti.

### 3.3.3 GIS Multi-criteria analysis

L'analisi multicriteria è un metodo di valutazione che consente di prendere in considerazione più criteri diversi contemporaneamente. In generale è usata per esaminare uno o più progetti e ottenere un'analisi sintetica delle diverse alternative possibili. I criteri permettono di confrontare queste alternative attraverso l'attribuzione di pesi.

Questa metodologia, supportata da software GIS, è stata spesso applicata a casi di studio riguardanti la gestione del territorio e l'uso del suolo (Soltani et al., 2011; Nyeko, 2012). Mediante il software GIS è possibile rappresentare sia l'area del caso di studio preso in esame che i diversi driver che saranno utilizzati nel processo. Successivamente, per utilizzare l'analisi multicriteria, è necessario attribuire un peso ai diversi fattori in modo da poter effettuare il confronto. Sommando tutti i fattori moltiplicati per i pesi si ottiene un valore per ogni singola area che ne indica l'idoneità ad accogliere un determinato uso del suolo.

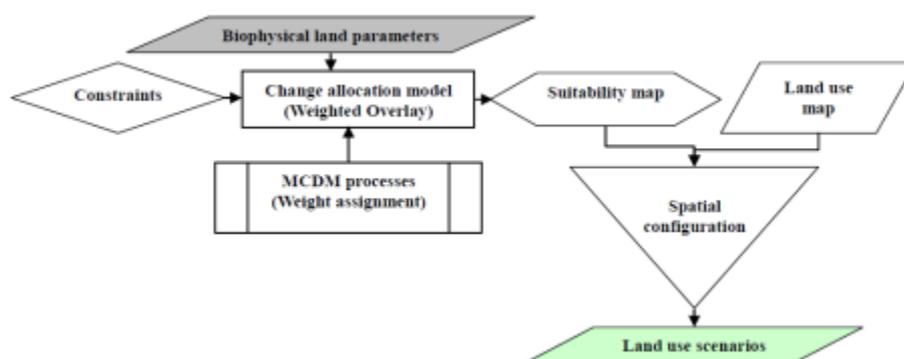


Figura 16: Struttura di un modello integrato di un software GIS e un'analisi multicriteria per uno scenario di uso del suolo (Nyeko, 2012)

## 4. Svolgimento del lavoro

L'obiettivo della ricerca è la realizzazione di scenari di forecasting per la distribuzione spaziale degli insediamenti residenziali nella municipalità di Temeke all'interno della regione di Dar es Salaam, Tanzania. Gli scenari hanno un intervallo temporale di quasi vent'anni e sono stati realizzati negli step 2011-2015, 2015-2020 e 2020-2030.

Il primo passo del lavoro è stato l'individuazione dei driver che regolano lo sviluppo urbano e la localizzazione degli insediamenti su scala locale. Questi sono stati determinati attraverso interviste a esperti e funzionari pubblici realizzate sul campo, dalla letteratura esistente e dall'osservazione della serie storica delle mappe di copertura del suolo degli ultimi dieci anni, realizzate a partire da immagini Landsat.

Il dato di partenza è la carta di copertura del suolo del 2011 (Congedo et al., 2012), che all'interno della regione di Dar es Salaam distingue le zone di urbanizzazione continua e discontinua, vegetazione piena e prevalente e suolo nudo. Di questo file di tipo raster con risoluzione di 30 m è stata ritagliata unicamente l'area di Temeke oggetto del caso di studio.

Successivamente è stata realizzata una modellizzazione dei driver dello sviluppo urbano attraverso l'ausilio del software ArcGIS 10. Sono stati realizzati in questo modo diversi layer di tipo vettoriale che rappresentano le aree di influenza di ciascun fattore nel contesto territoriale e alle quali è stato assegnato un peso proporzionale alla vicinanza all'elemento e alla sua importanza. Sono stati realizzati anche layer che rappresentano dei vincoli in aree dove non è possibile una nuova urbanizzazione, come ad esempio il porto, la raffineria, le aree protette o quelle soggette a alluvioni.

Questi file sono stati poi convertiti in raster, adattandoli alla risoluzione del nostro dato di partenza, in modo tale da avere una sovrapposizione perfetta dei pixel.

In questo modo è stato possibile fare una somma pixel per pixel dei pesi di tutti i file raster e creare una mappa di probabilità di nuova urbanizzazione.

I pixel presenti in questa mappa hanno maggiore probabilità di essere oggetto di urbanizzazione quanto maggiore è il loro valore. Essendo l'obiettivo del lavoro la creazione di scenari di uso del suolo, è stato necessario partire da un dato di popolazione che si andrà ad insediare nel territorio di Temeke, questi valori sono stati presi dal New Masterplan.

Nel dato di partenza sono presenti due tipi di urbanizzazione: continua e discontinua. Il valore della densità di popolazione media in entrambe è stato appreso dallo studio “Investigating the relationship between land cover and vulnerability to climate change in Dar es Salaam” (Luca Congedo et al., 2013). Sono stati perciò considerati i seguenti valori: 127 abitanti/ettaro nel continuo e 72 abitanti/ettaro nel discontinuo.

Dalla conoscenza di questi dati è stato possibile trasformare in urbanizzato solo il numero esatto di pixel che corrispondesse al dato di nuova popolazione richiesto. Sono stati scelti i pixel della mappa della probabilità di nuova edificazione con valore man mano decrescente fino a raggiungere il numero desiderato. Esportando poi i pixel di nuova urbanizzazione in un altro layer, è stato possibile estrarre la nuova carta di uso del suolo per l'intervallo di tempo richiesto.

Per stabilire se i valori delle aree d'influenza e dei pesi attribuiti fossero realistici, è stata realizzata una calibrazione del modello. Partendo dalla carta di uso del suolo del 2002, è stata applicata la metodologia nell'intervallo di tempo 2002-2011 e si è confrontato il risultato ottenuto con la carta di uso del suolo del 2011 posseduta. Successivamente il modello è stato applicato per la creazione degli scenari di uso del suolo. I layer vettoriali costruiti per il primo scenario non sono rimasti fissi per tutti i passaggi del lavoro, alcuni sono stati modificati ed altri sono stati sostituiti in base allo step temporale considerato e al tipo di scenario.

Gli scenari ipotizzati sono stati tre:

- Primo scenario, “Do-nothing”: l'ipotesi è che la situazione territoriale attuale rimanga invariata, non saranno attuati neanche i progetti già in fase di realizzazione.
- Secondo scenario, “Implement already decided projects”: l'ipotesi è che vengano attuati solamente i progetti già in fase di realizzazione.
- Terzo scenario, “Implement the new Master Plan 2012-32”: l'ipotesi è che saranno attuati tutti i progetti approvati dall'amministrazione pubblica presenti nel New Masterplan.

## 4.1 Driver dello sviluppo urbano

Il progressivo aumento di consumo di suolo in Dar es Salaam è sicuramente dovuto all'elevato tasso di crescita della popolazione urbana, ma anche alla debolezza degli strumenti di pianificazione e all'incapacità delle autorità locali di governare l'espansione della città.

I nuovi insediamenti sono quasi esclusivamente caratterizzati da informalità, ossia localizzati in aree non oggetto di pianificazione, il che contribuisce all'aumento dello sprawl urbano e causa problemi a livello di trasporti, infrastrutture e servizi. Attualmente è stato stimato che tra il 75% e l'80% della popolazione vive in aree non pianificate.

Nonostante questo fenomeno crei numerosi problemi, la priorità data dal governo per quanto riguarda la gestione e il controllo della terra è molto bassa in termini di allocazione di risorse (Lydia Bagenda, Ministry of Land, interview 2013).

Il testo che segue ha l'obiettivo di individuare i principali fattori che influenzano la localizzazione dei nuovi insediamenti e la scelta dei diversi modelli insediativi. Queste informazioni sono fondamentali per la realizzazione di scenari di variazione di uso del suolo.

L'analisi si è basata in primo luogo su diverse interviste effettuate a esperti e tecnici delle autorità locali di Dar es Salaam, i quali hanno fornito informazioni abbastanza concordanti.

I soggetti contattati sono stati:

- Lydia Bagenda, Ministry of Land
- Mr. Mugueta, TANROADS
- John Lupala, School of Urban and Regional Planning, Ardhi University
- Said Swalele, Urban Planning, Temeke Municipality
- Primy Damas Shirima, Water Department, Temeke Municipality
- Philip Mwakyusa, Urban Planning, Environment and Transportation, Dar City Council

È risultato molto interessante ai fini della ricerca il report del progetto "Megacities Dar es Salaam" (Basteck, 2006), fornito dal professor John Lupala, nel quale l'Ardhi University ha collaborato con la Technische Universität Dortmund per studiare le cause

della rapida crescita della grandi città africane ai fini di poter trovare gli strumenti adatti per guidarne l'urbanizzazione.

I fattori individuati durante la ricerca sono:

- Land market
- Rete stradale
- Trasporto collettivo
- Accesso ad acqua ed energia
- Condizioni ambientali
- Servizi
- Fattori sociali
- Zoning funzionale
- Vicinanza alla costa
- Poli di attrazione

## LAND MARKET

Come molte città dell'Africa Sub-Sahariana, Dar es Salaam ha una grande abbondanza di territorio non urbanizzato nelle sue aree più periferiche e non possiede forti vincoli morfologici che ne possano limitare l'espansione. La disponibilità di un lotto ineditato è sicuramente la condizione necessaria di ogni nuovo insediamento informale. La strategia seguita in questo processo è la "shelter first": un lotto libero viene occupato o acquistato e subito edificato senza che siano state ancora realizzate le infrastrutture primarie. La maggior parte degli insediamenti avviene in questo modo e ciò rende estremamente costoso e difficoltoso fornire, in un secondo momento, accessi stradali, acqua potabile ed energia elettrica.

Il prezzo della terra è senza dubbio il fattore fondamentale che regola la nascita di nuovi nuclei abitativi poiché la popolazione spesso si stanza confidando che le infrastrutture e i servizi, non ancora esistenti, saranno realizzati in futuro. In caso contrario l'abitazione sarà spostata in un'altra zona. Le aree più appetibili sono quelle localizzate nella fascia peri-urbana della città, distanti anche decine di chilometri dal CBD (Central Business District), dove il prezzo della terra è molto inferiore rispetto ai quartieri centrali. Coloro che si vanno a insediare in queste aree non provengono unicamente dalle zone rurali ma, in molti casi, ci sono migrazioni interne di cittadini che mirano a ottenere, ad un minor costo, abitazioni più spaziose e di maggiore qualità o porzioni di terreno dove poter

praticare l'agricoltura. Il prezzo della terra crea in questo modo una prima differenziazione sociale man mano che ci si avvicina al CBD, dove il valore sempre crescente degli immobili genera un'espulsione di abitanti dalle aree centrali verso l'esterno. Le migrazioni dalle zone rurali sono caratterizzate esclusivamente da fasce di popolazione dalla bassa disponibilità economica, che si andrà necessariamente a localizzare a grande distanza dal CBD. Il risultato di questo processo è un'espansione urbana disordinata e discontinua caratterizzata da una bassa densità abitativa.

Il costo di acquisizione di un lotto può inoltre dipendere da alcuni fattori sociali: la disponibilità economica dell'acquirente, l'utilizzo di un intermediario nella transazione e i rapporti con i venditori (A. Lupala, 2002).

Un ulteriore fattore da cui dipende il prezzo della terra è la distanza dalle strade asfaltate principali, le aree più prossime hanno un valore superiore rispetto a quelle più interne. Anche la vicinanza ad altri insediamenti già edificati fa aumentare il costo di acquisizione dei lotti rispetto a quelli che si trovano in zone isolate.

In base alla loro localizzazione abitativa è possibile dividere gli abitanti in tre gruppi. Il primo è composto dagli abitanti "formali", residenti soprattutto nelle aree pianificate e fornite d'infrastrutture. Uno dei loro requisiti fondamentali è una buona accessibilità al CBD, luogo principale delle loro attività economiche. Il secondo gruppo sono gli abitanti "informali", i quali svolgono attività di basso valore economico e creano una sorta di mercato "non ufficiale". Queste attività hanno luogo anche in distretti locali distribuiti nella periferia della città, rendendo non necessario un accesso quotidiano al CBD. Il terzo gruppo è formato da abitanti che praticano agricoltura di sussistenza, una fascia di popolazione che occupa le aree rurali e peri-urbane più esterne. Essi non hanno bisogno tanto di un'efficiente accessibilità alla rete stradale quanto di servizi idrici per l'irrigazione e la coltivazione (Hill, 2010).

Nonostante la rilevanza dei problemi dovuti all'espansione disordinata della città, il governo centrale ha uno scarso controllo del processo a causa della debolezza degli strumenti di pianificazione, controllo e tassazione degli immobili.

## RETE STRADALE

Il sistema stradale è il principale fattore che determina la localizzazione degli insediamenti su scala urbana. In assenza di forti strumenti di pianificazione la città assume una struttura a forma di dita, ossia con uno sviluppo urbano che segue le

principali arterie stradali. In un sistema caratterizzato da una rete di bassa qualità e da un trasporto pubblico non efficiente, l'accessibilità alle vie asfaltate diventa un requisito fondamentale per i nuovi insediamenti. Queste sono la più importante via di comunicazione per raggiungere le zone dove sono localizzati i principali servizi e attività economiche. Un accesso diretto alla rete consente alla popolazione di potersi stanziare anche a distanze elevate dal CBD, in aree con elevata disponibilità di spazi per praticare l'agricoltura ma rimanere connessi con la città e i suoi servizi.

Questo tipo di sviluppo è stato particolarmente evidente negli anni '80, periodo in cui il trasporto pubblico di Dar es Salaam si trovava in gravi condizioni economiche e non era in grado di soddisfare la crescente domanda. Le principali arterie stradali sono quattro, Bagamoyo Road, Morogoro Road, Pugu Road e Kilwa Road, ed escono radialmente dalla città verso i centri abitati da cui prendono il nome. È unicamente in prossimità del loro tracciato che fino agli inizi degli anni '90 si localizzavano i nuovi insediamenti. Attualmente ancora rappresentano le più importanti direttrici dello sviluppo urbano. Un'ulteriore direttrice sorgerà sicuramente verso Sud in seguito all'apertura del Mzinga Creek bridge, che avverrà tra circa due anni.

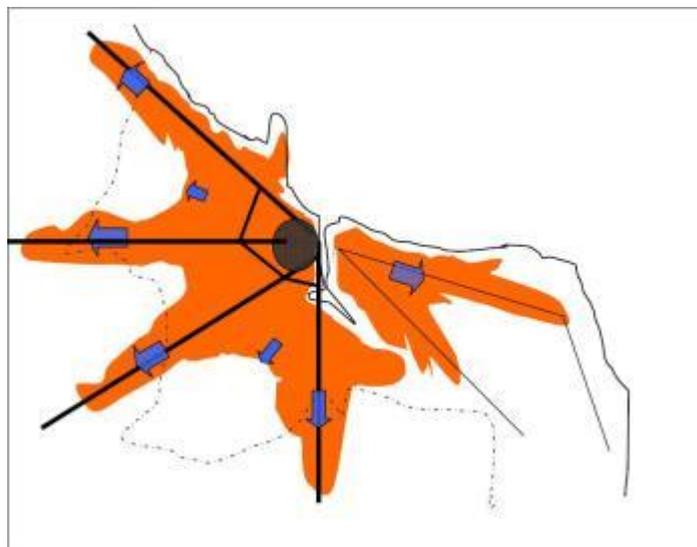


Figura 17: Rete stradale principale di Dar es Salaam (New Masterplan, 2013)

Un importante fattore che amplifica questo processo riguarda le infrastrutture che forniscono acqua ed energia elettrica, le quali sono spesso localizzate lungo il tracciato delle principali arterie stradali.

## TRASPORTO COLLETTIVO

Le caratteristiche del trasporto collettivo hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo urbano della città in quanto influiscono sui tempi di accesso al CBD e sui costi degli spostamenti. Fino agli inizi degli anni '90 a Dar es Salaam il trasporto pubblico era inadeguato a servire una popolazione in costante crescita ed era limitato alle sole arterie principali. Questa configurazione andava consolidando la struttura urbana a forma di dita precedentemente descritta.

Nel 1992 il trasporto collettivo fu deregolamentato e il servizio fu aperto al settore privato. La città fu invasa dai *dala-dala*, piccoli pulmini adattati per il trasporto dei passeggeri e gestiti privatamente mediante pagamento di una concessione all'autorità dei trasporti pubblici.

In questo modo furono ridotti costi e tempi di percorrenza degli spostamenti e furono servite anche zone più distanti dalle strade principali. Questa politica influenzò notevolmente lo sviluppo urbano e si sorsero insediamenti anche nelle aree interstiziali fra le vie asfaltate.

L'accesso al trasporto collettivo influisce notevolmente sulla localizzazione degli insediamenti poiché costituisce il principale mezzo di spostamento per la maggior parte della popolazione dato il suo basso costo. Risultano perciò di particolare rilevanza i percorsi effettuati dai *dala-dala* e la loro frequenza.



Figura 18: Un dala-dala di Dar es Salaam

Nel giro di pochi anni sarà operativo il progetto DART (Dar es Salaam Rapid Transit), un autobus a trasporto rapido che diminuirà notevolmente le congestioni e ridurrà i

tempi di percorrenza. Sono previste diverse fasi di realizzazione dell'intera rete ed è ragionevole supporre che il progetto avrà conseguenze rilevanti sullo sviluppo urbano. Diminuendo fortemente tempi e costi di accesso al CBD, gli abitanti potranno insediarsi a distanze sempre maggiori.

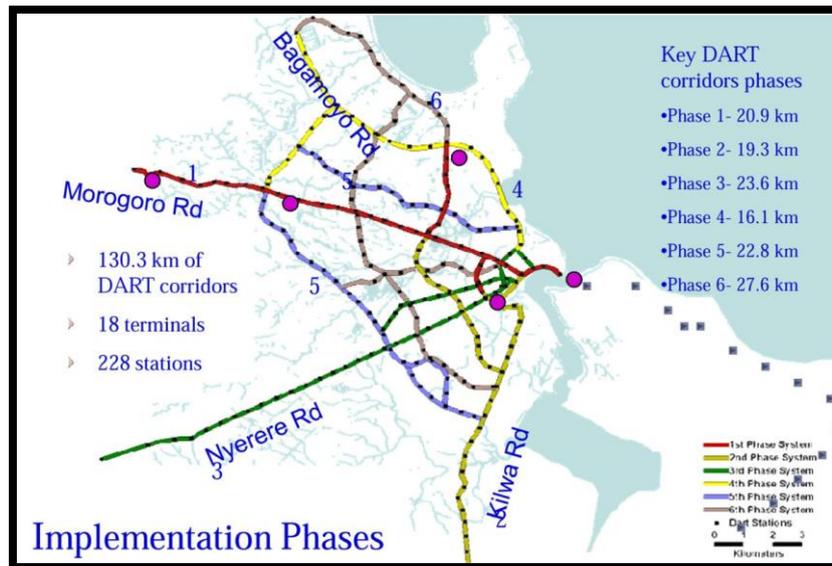


Figura 19: The implementation phases of the planned DART network (Logit, 2009)

## ACCESSO AD ACQUA ED ENERGIA

Insieme alla rete stradale, la disponibilità di servizi idrici è un fattore molto importante che influenza la localizzazione dei nuovi insediamenti. Aree senza accesso ad acqua e corrente elettrica risultano poco attrattive per lo sviluppo urbano.

Queste informazioni sono state raccolte tramite questionari effettuati su un campione significativo di popolazione in zone peri-urbane di Dar es Salaam ad opera della Ardhi University.

Nelle zone periferiche la disponibilità idrica risulta fondamentale anche per l'irrigazione della terra e la coltivazione di campi.

L'acqua è resa disponibile tramite acquedotti, pozzi di emungimento, privati o municipali, autocisterne e chioschi di distribuzione. Dove non ci sono condotte, come nella maggior parte degli insediamenti informali, sono utilizzati i pozzi di estrazione. Quando questi non sono disponibili, gli abitanti ricorrono ai pozzi dei vicini, i quali acquistano un ruolo importante nella sopravvivenza stessa della popolazione appena stanziata.

Anche l'accesso alla corrente elettrica incide sulla scelta di un nuovo insediamento, ma non in modo rilevante in quanto nel 2002 circa il 40% della città non aveva l'allaccio alla corrente elettrica (Dodi Moss et al., 2013). Una buona parte di popolazione ricorre all'utilizzo di carbone e kerosene, dato il basso fabbisogno energetico delle famiglie.

Ulteriori considerazioni si possono fare per l'accesso ad altre tipologie di infrastrutture come la raccolta delle acque di scarico o dei rifiuti. Tuttavia, specialmente nelle aree peri-urbane, questo tipo di servizi non è sempre presente e influisce in maniera minore sulla scelta degli insediamenti.

### CONDIZIONI AMBIENTALI

Nel territorio di Dar es Salaam non sono presenti vincoli fisici o ambientali di rilievo che possano limitarne l'espansione su grande scala. L'unico vincolo naturale è la grande insenatura su cui si affaccia la città e che obbliga la popolazione a spostamenti marittimi per raggiungere l'area meridionale di Kigamboni.

Ci sono tuttavia delle zone che presentano condizioni sfavorevoli per nuovi insediamenti e che pongono dei vincoli all'urbanizzazione. Aree paludose, alvei fluviali e aree che presentano forti pendenze del suolo risultano inadatte per l'espansione urbana. L'edificazione in queste zone è evitata poiché sono le più esposte a rischi.

### SERVIZI

Dar es Salaam attira ogni anno una grande quantità di popolazione dalle zone rurali della Tanzania.

Il suo primato a livello nazionale rispetto agli altri centri urbani è giustificato dal maggiore numero di servizi e infrastrutture presenti nel suo territorio.

Confrontando il numero di scuole primarie e secondarie, ambulatori e ospedali di Dar es Salaam con quelli presenti nelle regioni circostanti risulta subito evidente come la città rappresenti una forte calamita per le migrazioni. Tuttavia se questo tipo di servizi ha una grande influenza per quanto riguarda scenari a livello nazionale, minore è l'importanza se consideriamo una scala più ristretta.

Dalle risposte ai questionari effettuati risulta chiaro come questo fattore non sia prioritario nella localizzazione dei nuovi insediamenti all'interno del contesto urbano.

## FATTORI SOCIALI

La presenza di popolazione già stanziata nelle vicinanze di nuovi insediamenti è un requisito fondamentale per il loro sviluppo. Essa può sopperire alla mancanza d'infrastrutture, in particolare l'accesso all'acqua potabile. Quando una nuova popolazione si stanZIA in un'area, spesso ricorre all'utilizzo di pozzi o rifornimenti idrici dei vicini per far fronte alle proprie necessità, essendo questi gli unici servizi idrici disponibili al momento dell'insediamento.

I fattori sociali sono i più difficili da analizzare nella loro relazione con lo sviluppo urbano a causa della forte incertezza che li accompagna.

Una variazione nel reddito e nello stile di vita degli abitanti può portare a spostamenti di abitanti da aree più povere verso aree più ricche e viceversa.

Solitamente la popolazione tende a creare raggruppamenti omogenei secondo il ceto. Questo processo non avviene in maniera sistematica, spesso all'interno di una stessa area troviamo gruppi di abitanti benestanti vicino ad altri dalla bassa disponibilità economica.

Un altro elemento per il quale la popolazione tende a raggrupparsi è la provenienza geografica ed etnica. Le quattro principali arterie stradali di Dar es Salaam procedono verso Nord, Bagamoyo Road, Nord-Ovest, Morogoro Road, Sud-Ovest, Pugu Road, e Sud, Kilwa Road.

La popolazione che migra da ognuna di queste direzioni spesso tende a stanziarsi in lotti in prossimità della strada e gruppo etnico-sociale corrispondente (J. Lupala, interview 2013).

## PIANO REGOLATORE E ZONING FUNZIONALE

Nonostante lo sviluppo urbano di Dar es Salaam avvenga in maniera quasi esclusivamente informale, la pianificazione governativa ha una sua importanza nel processo di espansione della città, anche se il peso è sicuramente inferiore rispetto ad altri fattori.

L'adozione del "New Masterplan" è ormai stata completata da alcuni mesi. La sua funzione è la definizione di trasformazioni e scenari di sviluppo urbano di Dar es Salaam. Il suo principale obiettivo è creare le condizioni per una configurazione spaziale alternativa della città rispetto a quella attuale, polarizzata nel CBD, per decongestionarla dal forte traffico. L'idea è quella di creare delle nuove centralità

urbane lungo le principali direttrici ma localizzate a decine di chilometri dal centro città. Creando nuovi servizi e infrastrutture in queste aree si mira ad attirare attività economiche e amministrative per indirizzarvi parte dei flussi di traffico.

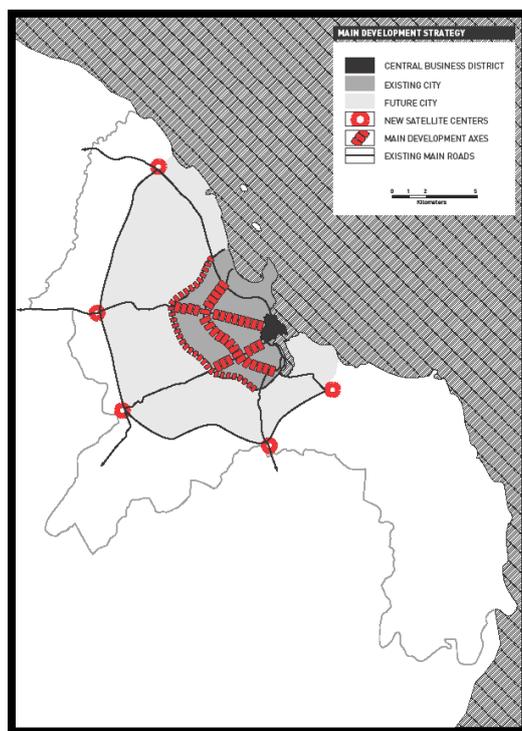


Figura 20: Main development Strategy of New Masterplan

Il piano divide inoltre il territorio di Dar es Salaam in tante superfici distinte, definendo per ciascuna di esse la propria funzione e le norme per la gestione. L'obiettivo è quello di regolare il processo di urbanizzazione per indirizzarlo verso la configurazione spaziale desiderata. Il risultato dipenderà dalla forza e dalla capacità di controllo delle autorità locali sul processo d'espansione edilizia.

Il piano incorpora al suo interno diversi progetti approvati negli ultimi anni che avranno un peso rilevante sullo sviluppo futuro di Dar es Salaam. Il più importante è il "Kigamboni New City Project" che prevede, nell'omonima area, una nuova urbanizzazione caratterizzata da alta densità abitativa e creazioni d'importanti servizi e infrastrutture. Se effettivamente realizzato come previsto, questo progetto creerà un'area con caratteristiche simili al CBD e, dopo la costruzione dei nuovi ponti, rappresenterà una sua naturale estensione. Questo comporterà variazioni importanti dei prezzi della

terra delle aree circostanti e di conseguenza si avranno imponenti spostamenti di popolazione all'interno della città.

#### VICINANZA ALLA COSTA

Anche se non estremamente rilevante per quanto riguarda le aree fortemente urbanizzate, la vicinanza alla costa sicuramente è un fattore importante per le aree periurbane e rurali. Infatti in molte zone la pesca risulta essere la prima fonte di sostentamento economico.

Inoltre lungo la costa vi sono spesso localizzati importanti poli di attrazione turistica, i quali offrono posti di lavoro e possibilità di guadagno per alcune attività informali.

#### POLI DI ATTRAZIONE

Vi sono particolari elementi del tessuto urbano che rappresentano poli di attrazione per la localizzazione di nuovi insediamenti. Si tratta di aree che possono offrire posti di lavoro come ad esempio aree industriali, commerciali e turistiche, oppure nuove centralità urbane previste dal New Masterplan dove saranno collocate numerose attività economiche.

DRIVER	GRADO DI INFLUENZA	TIPO DI INFLUENZA
Land market	Alto	Il costo della terra crea una differenziazione sociale in base alla disponibilità economica della popolazione.
Rete stradale	Alto	I nuovi insediamenti sorgono sempre in prossimità di un accesso stradale.
Trasporto collettivo	Alto	Il trasporto collettivo influisce sui tempi di percorrenza e costi per l'accesso al CBD.
Accesso all'acqua	Alto	L'accesso all'acqua è fondamentale per la sopravvivenza della popolazione insediata.
Accesso all'energia	Medio	L'accesso all'energia è importante per la popolazione ma il fabbisogno è basso.
Condizioni ambientali	Medio	Alcune condizioni ambientali sfavorevoli impediscono la nascita di nuovi insediamenti urbani.
Servizi	Basso	La presenza di servizi favorisce la crescita della popolazione urbana.

Presenza di popolazione già stanziata	Alto	La presenza di popolazione già stanziata è importante per sopperire alla mancanza di servizi idrici.
Fattori sociali	Basso	La popolazione tende a raggrupparsi secondo ceti sociali e gruppo etnico corrispondente.
Zoning funzionale	Basso	Il New Masterplan per ogni area definisce funzione e norme per la gestione.
Vicinanza alla costa	Basso	La vicinanza alla costa offre l'opportunità di poter praticare la pesca.
Poli di attrazione	Medio	La presenza di aree che offrono posti di lavoro attira nuovi insediamenti urbani.

Tabella riassuntiva dei driver dell'urbanizzazione e tipo d'influenza

## 4.2. Dato di partenza

Lo scenario di forecasting è stato sviluppato a partire da un dato iniziale e analizzando le possibili evoluzioni future sulla base di precise ipotesi.

Come dato di partenza è stato utilizzato una mappa di copertura del suolo del 2011 dell'intera regione di Dar es Salaam, realizzata nell'ambito del progetto ACC DAR per fare una stima della popolazione e presentata nel working paper "Investigating the relationship between land cover and vulnerability to climate change in Dar es Salaam" (Congedo et al., 2013).

La classificazione è stata prodotta a partire da delle immagini Landsat con risoluzione spaziale di 30m. Questa misura rappresenta perciò la grandezza del pixel del file raster utilizzato per la mappa di uso del suolo.

Le classi di copertura del suolo in cui si è suddivisa l'area sono:

- Urbanizzato continuo
- Urbanizzato discontinuo
- Suolo
- Vegetazione piena
- Vegetazione prevalente
- Acqua

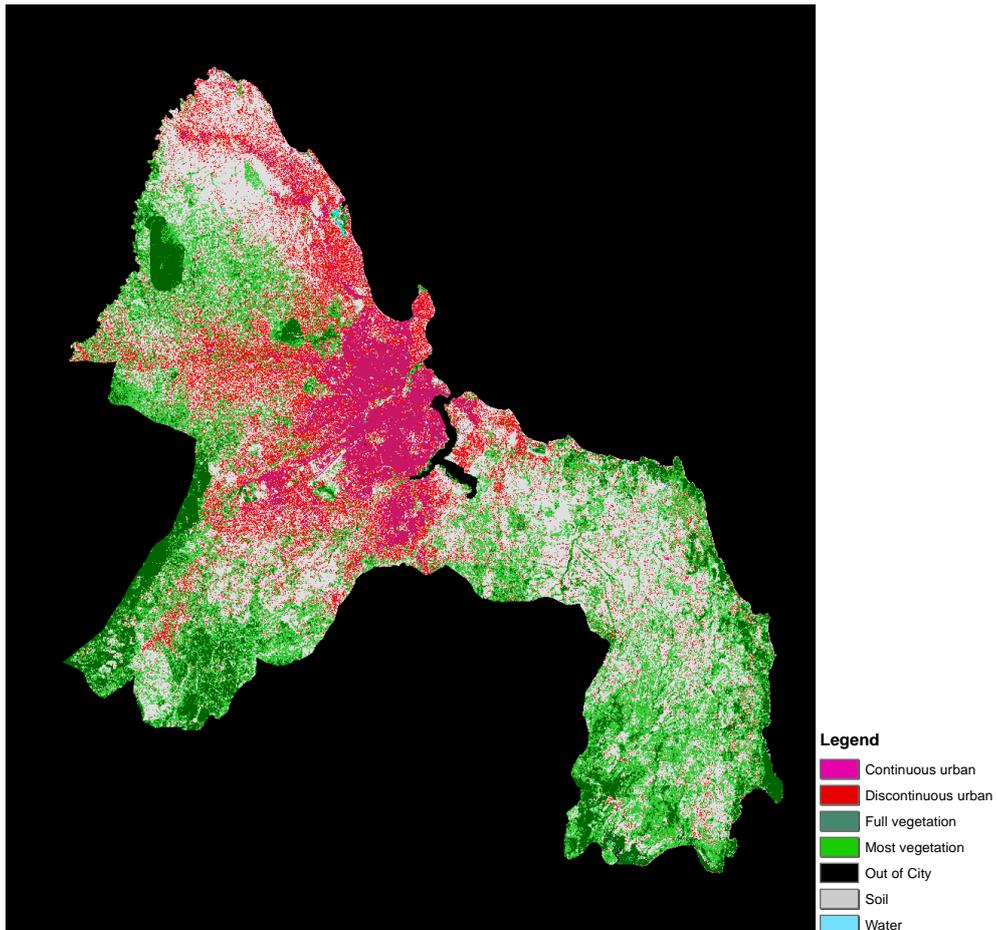


Figura 21: Carta della copertura del suolo della regione di Dar es Salaam, Tanzania, 2011

Classi	Descrizione	
Urbanizzato continuo	Aree densamente popolate, la superficie edificata rappresenta oltre il 70% del singolo pixel	

<p>Urbanizzato discontinuo</p>	<p>Aree a bassa densità abitativa, la superficie edificata rappresenta tra il 30% e il 70% del pixel</p>	
<p>Suolo</p>	<p>Aree di suolo nudo o vegetazione rada, la superficie edificata rappresenta meno del 30% del pixel</p>	
<p>Vegetazione piena</p>	<p>Aree dalla vegetazione abbondante, i pixel presentano un alto valore di NDVI</p>	
<p>Vegetazione prevalente</p>	<p>Aree con un livello di vegetazione minore rispetto alla precedente, i pixel presentano un medio livello di NDVI</p>	

Acqua	Superfici d'acqua	
-------	-------------------	--

Classificazione della copertura del suolo utilizzata

Il dato posseduto non è di elevata precisione ma il progetto ACC DAR ha utilizzato questo tipo di risoluzione per poter gestire immagini che non fossero troppo pesanti e diminuire in questo modo i tempi di calcolo. Inoltre le finalità del progetto erano quelle di poter fornire alle amministrazioni locali uno strumento che fossero in grado di riutilizzare autonomamente. Data la scarsa capacità di calcolo dei loro processori non sarebbe stato possibile lavorare con immagini a risoluzione spaziale migliore.

Dalla carta dell'uso del suolo estratta è stato realizzato il ritaglio della sola area di Temeke, oggetto del caso di studio.

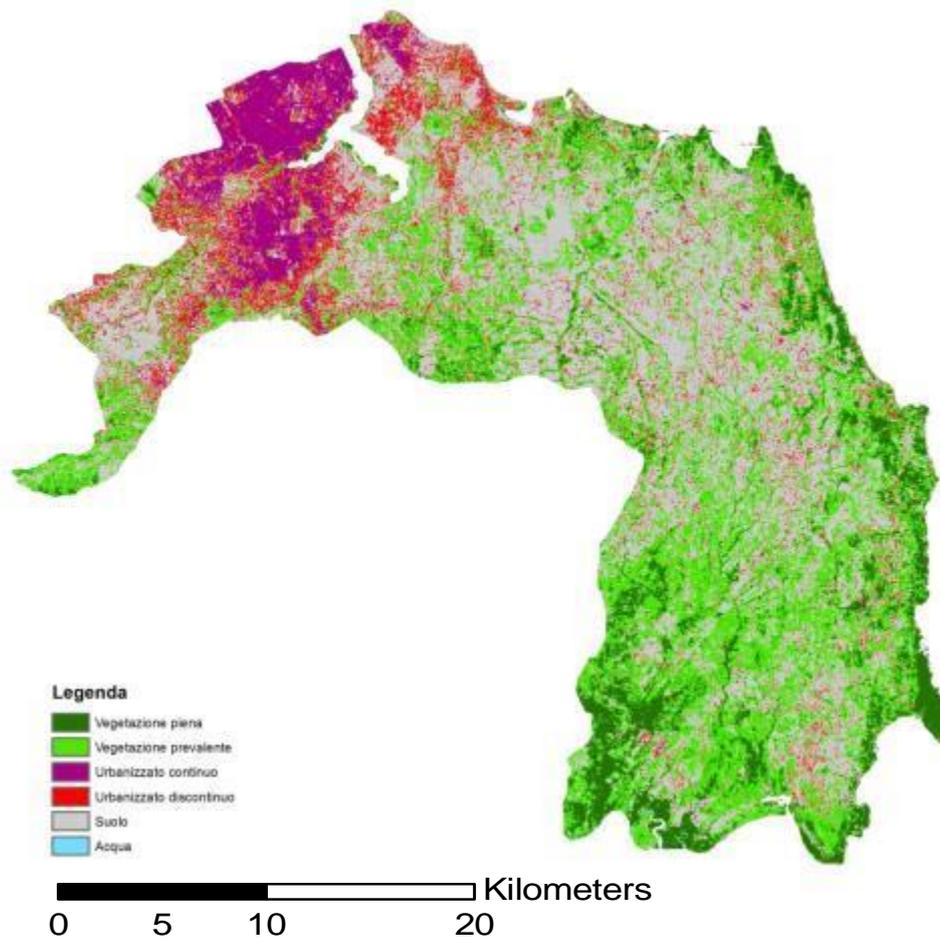


Figura 22: Carta della copertura del suolo della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, 2011

Dall'osservazione dell'immagine risulta subito evidente come l'area di Temeke sia ancora poco urbanizzata. Al di fuori delle zone settentrionali a ridosso del CBD e del Ferry di Kigamboni, il resto della municipalità presenta ancora un forte livello di naturalità e una scarsissima densità abitativa. Anche nelle aree interne e meridionali si riscontrano delle abitazioni, ma sono per lo più costruzioni isolate o raggruppate in villaggi molto piccoli.

Le zone a ridosso del CBD presentano un'urbanizzazione di tipo continuo e molto definita. Quest'area è andata progressivamente espandendosi negli anni, questo fenomeno è riscontrabile dall'osservazione della serie storica delle carte di uso del suolo

realizzate a partire dal 2002. L'area di urbanizzazione continua è sempre circondata da una fascia discontinua, che tende a trasformarsi in continua nel giro di pochi anni.

Un altro elemento riscontrabile dall'osservazione dell'immagine è la presenza di alcune tracce di aree urbanizzate lungo la costa. Ciò è giustificabile dalla forte occupazione nel settore della pesca da parte della popolazione di Temeke e dallo sviluppo di attività turistiche in un'area che presenta notevoli risorse per questo settore.

### 4.3 Schema scenari

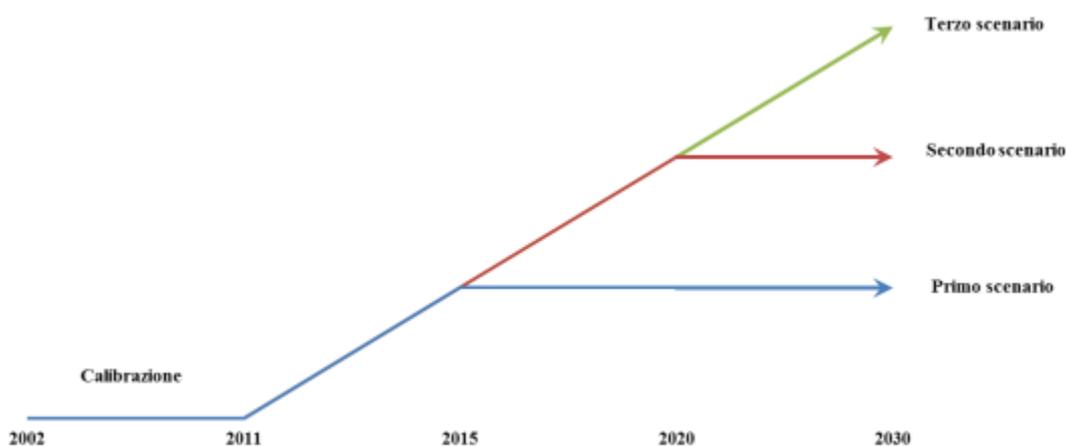


Figura 23: Andamento dei tre scenari nei diversi step temporali

Come precedentemente espresso, sono state realizzate tre ipotesi di scenario:

- Primo scenario, “Do-nothing”: l'ipotesi è che la situazione territoriale attuale rimanga invariata, non saranno attuati neanche i progetti già in fase di realizzazione.
- Secondo scenario, “Implement already decided projects”: l'ipotesi è che vengano attuati solamente i progetti già in fase di realizzazione.
- Terzo scenario, “Implement the new Master Plan 2012-32”: l'ipotesi è che saranno attuati tutti i progetti approvati dall'amministrazione pubblica presenti nel New Masterplan.

Tutti e tre gli scenari hanno come dato iniziale la carta di uso del suolo del 2011 appena descritta. È stata fatta l'ipotesi che fino al 2015 la situazione in ogni caso sia quella prevista dal primo scenario, nella quale nessun progetto venga realizzato. Questo

ragionamento è giustificato dalle interviste realizzate sul campo (Ministry of Land, TANROADS, DCC), dalle quali è emerso che tutti i progetti attualmente in fase di realizzazione saranno pronti solamente nel giro di qualche anno. Perciò al 2015 tutti e tre gli scenari si troveranno nella stessa condizione.

A questo punto per il secondo e il terzo scenario sono stati inseriti degli elementi aggiuntivi frutto delle politiche intraprese e già in fase di realizzazione. A partire dal 2015 si prevede che sarà aperto il “Mzinga Creek bridge”, il quale modificherà profondamente l’accessibilità al CBD della parte orientale di Temeke. Attualmente il collegamento con il centro della città di queste aree è garantito unicamente dal Ferry di Kigamboni, la strada asfaltata che aggira la grande insenatura del porto richiede un tempo di percorrenza troppo elevato e perciò non conveniente. Inoltre il trasporto marittimo da Kigamboni ha un costo estremamente basso e quindi accessibile anche alle fasce di popolazione più povere. Tuttavia dalle interviste non è stato possibile avere informazioni per quanto riguarda il futuro costo del pedaggio del ponte. Questo potrebbe essere un fattore importante nel caso in cui fosse troppo elevato e non fosse accessibile a una buona parte di popolazione. Tuttavia è ragionevole pensare che il forte investimento di capitali cinesi per la realizzazione del Mzinga Creek bridge sia stato effettuato facendo delle valutazioni economiche sulla disponibilità a pagare il pedaggio da parte della popolazione. Perciò nel secondo e terzo scenario nello step 2015-2020 si è fatta l’ipotesi che il nuovo ponte garantisca l’accessibilità stradale al CBD a tutta l’area di Temeke.

Per quanto riguarda l’ultimo step 2020-2030, per entrambi gli scenari è stato aggiunto il progetto DART, il sistema di autobus a corsia protetta già in fase di realizzazione. Secondo quanto affermato dagli esperti di TANROADS e del DCC, nel giro di due anni sarà aperta la prima tratta del progetto, ossia il trasporto lungo la Morogoro road. La seconda tratta coinvolge la Kilwa road e quindi ricade nell’area del caso di studio. È stata perciò fatta l’ipotesi che dal 2020 il progetto DART sulla Kilwa road sia in funzione. Sono state inoltre inserite aree industriali e commerciali localizzate a Sud della municipalità di Temeke come previsto dal New Masterplan nella sezione relativa ai progetti già definiti. Invece unicamente per il terzo scenario si è preso come riferimento la carta di uso del suolo proposta dal New Masterplan per il 2030 comprensiva del grande progetto Kigamboni New City.

Per quanto riguarda la rete stradale è stato ipotizzato che per il secondo scenario la situazione al 2030 sarà quella che il New Masterplan prevede per il 2020. Questo perché con l'apertura del Mzinga Creek bridge sarà necessario un potenziamento della rete stradale minimo da poter reggere i nuovi flussi di traffico.



Figura 24: Road network proposal 10 years, Dar es Salaam Masterplan 2012-2032

Invece per il terzo scenario è stata presa la proposta di modifica della rete stradale del New Masterplan per il 2030. In più è stato ipotizzato che la strada che si sviluppa lungo la costa venga asfaltata in modo da servire efficientemente la grande area industriale e la nuova zona turistica prevista dal piano che sorgerà nelle aree meridionali di Temeke. Inoltre, nelle proposte del New Masterplan, quella strada è classificata come strada principale, quindi è ragionevole pensare che lo sviluppo urbano porterà anche a un suo miglioramento.

Per la costruzione degli scenari è stato necessario ottenere i dati di popolazione di Temeke per definirne l'aumento nei vari step temporali. I valori utilizzati sono stati quelli presenti nel New Masterplan, presentati precedentemente e riguardanti l'intera città di Dar es Salaam. È stato tuttavia necessario ricavare un coefficiente che rappresenti la percentuale su Temeke dell'intera popolazione della città. Il coefficiente è stato calcolato utilizzando i dati presenti nel censimento del 2012. Dividendo la popolazione di Temeke per quella totale di Dar es Salaam, è stato ricavato il

coefficiente 0,31. Questo numero è stato utilizzato per il primo scenario, per il secondo sotto determinate ipotesi il valore è stato aumentato a 0,4, per il terzo a 0,5.

Ipotesi di popolazione a Temeke			
	I scenario	II scenario	III scenario
2011	1.240.000	1.240.000	1.240.000
2015	1.519.000	1.519.000	1.519.000
2020	1.829.000	2.360.000	2.360.000
2030	2.635.000	3.400.000	4.250.000

Stima della popolazione di Temeke utilizzata nel lavoro



Figura 25: Road network proposal 20 years, Dar es Salaam Masterplan 2012-2032

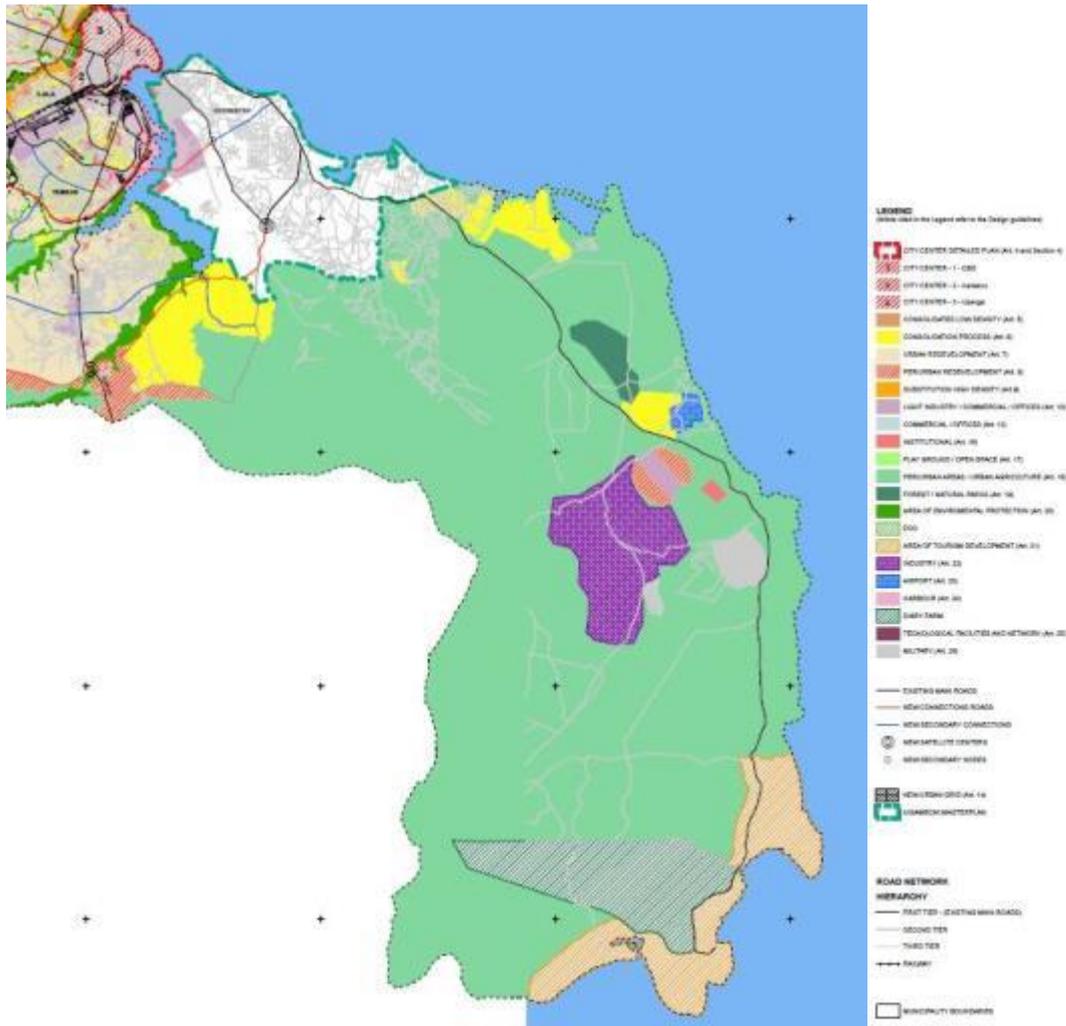


Figura 26: Proposed metropolitan land use, Dar es Salaam Masterplan 2012-2032

#### 4.4 Costruzione dei layer vettoriali dei driver

Per poter definire a livello territoriale l'influenza dei diversi fattori analizzati è stato necessario procedere a una loro modellizzazione mediante l'ausilio del software ArcGIS 10.0. Non è stato possibile rappresentare tutti i fattori elencanti, da una parte a causa della scarsità di dati attendibili, dall'altra per la difficoltà di modellizzare e quindi semplificare fattori di tipo socio-culturale. Sono stati scelti perciò i fattori più rilevanti nel processo di urbanizzazione e i più facilmente rappresentabili.

Sono stati realizzati i seguenti layer vettoriali:

➤ Strade asfaltate e sterrate

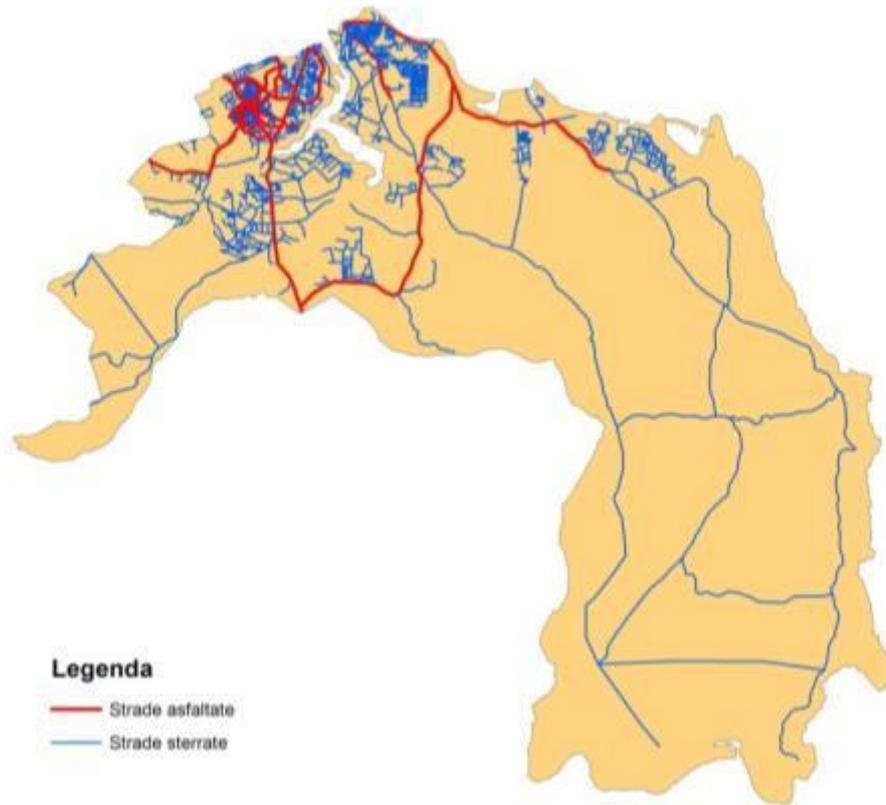


Figura 27: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Il layer vettoriale delle strade di Temeke è stato fornito dalla GIS Unit del DCC (Dar City Council) nell'ambito del progetto ACC DAR. Tuttavia è stato modificato manualmente con ArcMap 10 sulla base di foto satellitari estratte da Google Earth e georeferenziate all'interno del software stesso. Sempre mediante Google Earth sono state riconosciute le strade asfaltate da quelle sterrate e separate in due layer vettoriali distinti. Le aree dove sono presenti foto satellitari migliori sono quelle più vicine al CBD e quelle lungo la costa. Le aree interne meridionali invece appaiono molto sfocate e non è stato perciò possibile estrarre da esse delle informazioni precise sulla rete stradale. Si tratta però di aree scarsamente abitate e quindi poco rilevanti in questo contesto.

➤ Strade ad alto scorrimento

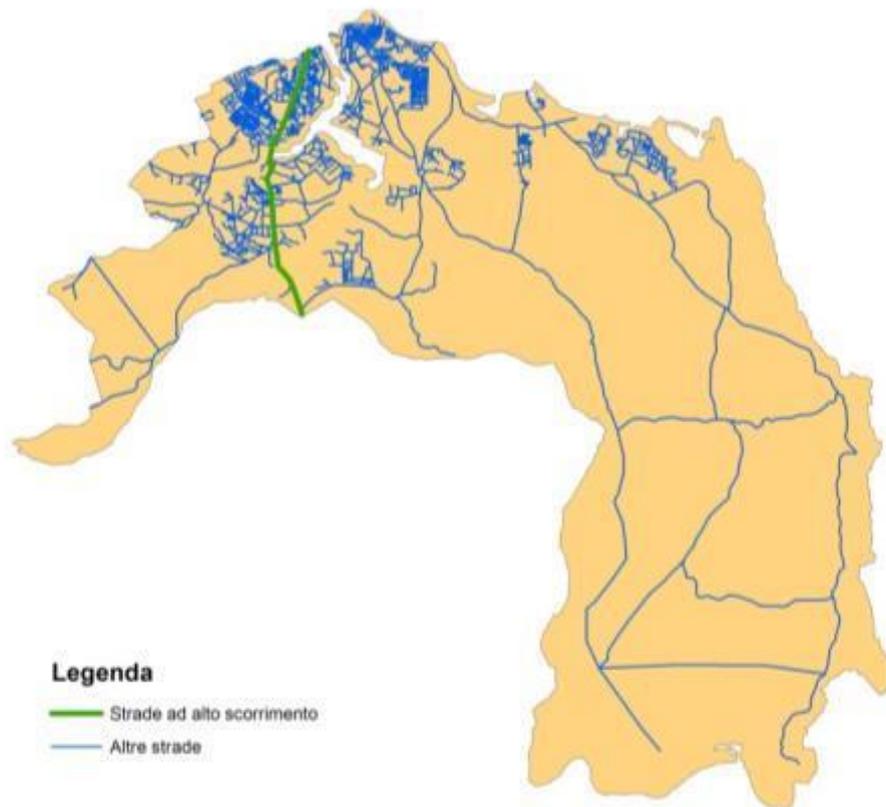


Figura 28: Layer delle strade ad alto scorrimento della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

È stato scelto di rappresentare in un layer a parte le strade principali ad alto scorrimento, con due corsie per senso di marcia, poiché hanno una capacità di attrazione degli insediamenti maggiore rispetto alle semplici strade asfaltate. In particolare nel primo scenario vi è soltanto la Kilwa road, la strada principale che collega Dar es Salaam con il Sud della Tanzania e lungo la quale si vanno a concentrare numerosi insediamenti ed attività economiche.

➤ Percorsi del trasporto pubblico

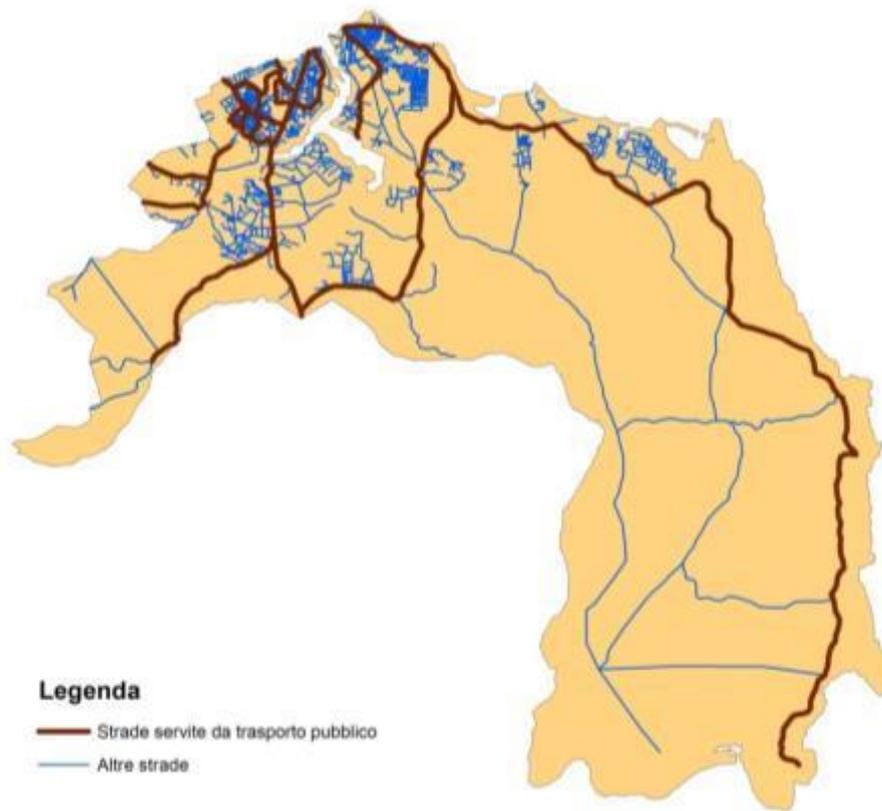


Figura 29: Layer del trasporto pubblico all'interno della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Il layer vettoriale del trasporto collettivo è stato estratto selezionando le strade coperte da questo servizio ed esportandole in un layer separato.

Queste strade sono state individuate a partire dall'immagine seguente, presente all'interno del New Masterplan e risultato di uno studio dell'Agenzia di Cooperazione Internazionale Giapponese (JICA) del 2008.

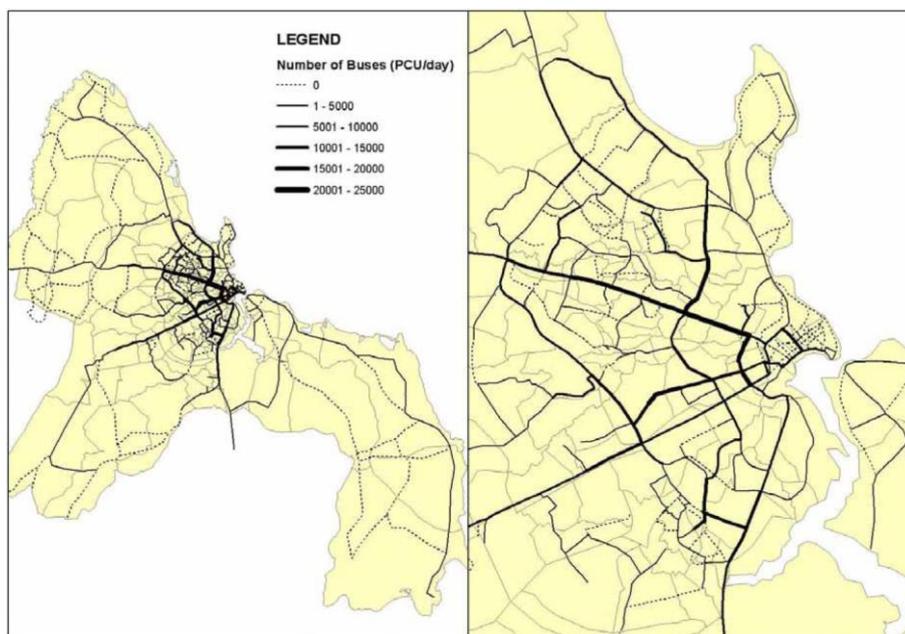


Figura 30: Estimated dala-dala network, city-wide and in the centre  
 (Chapter 7, page 1-2) (Japan International Cooperation Agency, 2008)

➤ Tracciato degli acquedotti



Figura 31: Layer del tracciato degli acquedotti della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Il layer del tracciato degli acquedotti è stato fornito dalla GIS Unit del DCC e non è stato modificato perché ritenuto attendibile dalla visione delle mappe del New Mastplan sulla gestione della risorsa idrica.

- Aree di insediamento continuo definito



Figura 32: Layer dell'urbanizzazione continua ben consolidata nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Questo layer è stato costruito evidenziando sulla carta della copertura del suolo 2011 le aree continue ben evidenti e consolidate. Queste aree sono differenti per ogni carta dell'uso del suolo estratta ed i poligoni sono stati ampliati per ogni step effettuato.

➤ Aree di insediamenti urbani definiti

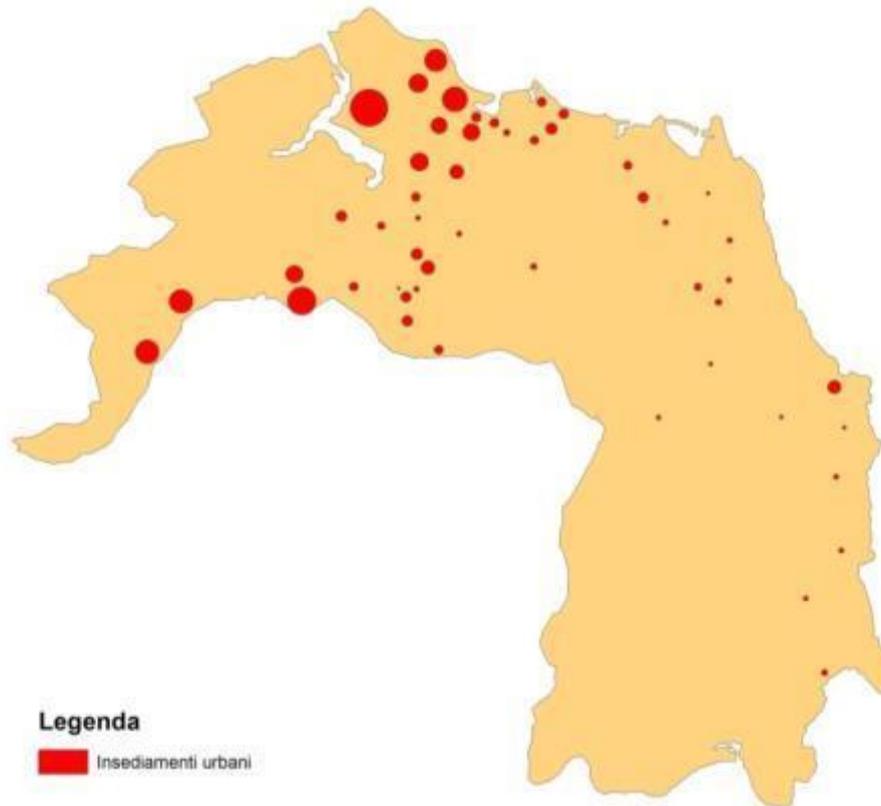


Figura 33: Layer degli insediamenti urbani discontinui della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

A partire dalla carta della copertura del suolo 2011 e dalle foto satellitari di Google Earth sono stati individuati gli insediamenti urbani di tipo discontinuo. Sempre mediante Google Earth è stata misurata la loro estensione e sono stati schematizzati attraverso un cerchio il cui raggio è circa la metà dell'estensione misurata.

➤ Aree di sviluppo turistico



Figura 34: Layer delle aree di sviluppo turistico nel 2011 nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Le aree turistiche sono state selezionate intorno ai resort presenti lungo la costa, trovati tramite le immagini satellitari di Google Earth.

➤ Localizzazione del CBD e del Ferry di Kigamboni



Figura 35: Localizzazione del CBD e del Ferry di Kigamboni

Il CBD e il Ferry di Kigamboni sono stati rappresentati come due punti dai quali successivamente sarà calcolata la distanza. Il Ferry di Kigamboni rappresenta un accesso diretto al CBD tramite trasporto navale per tutta l'area orientale di Temeke, la quale ha una limitata accessibilità stradale al Central Business District.

## 4.5 Costruzione dei layer dei vincoli urbanistici

All'interno del lavoro sono state inserite delle aree vincolo che danno un contributo negativo all'urbanizzazione oppure la impediscono del tutto.

Sono stati realizzati perciò i seguenti layer vettoriali:

- Fiumi

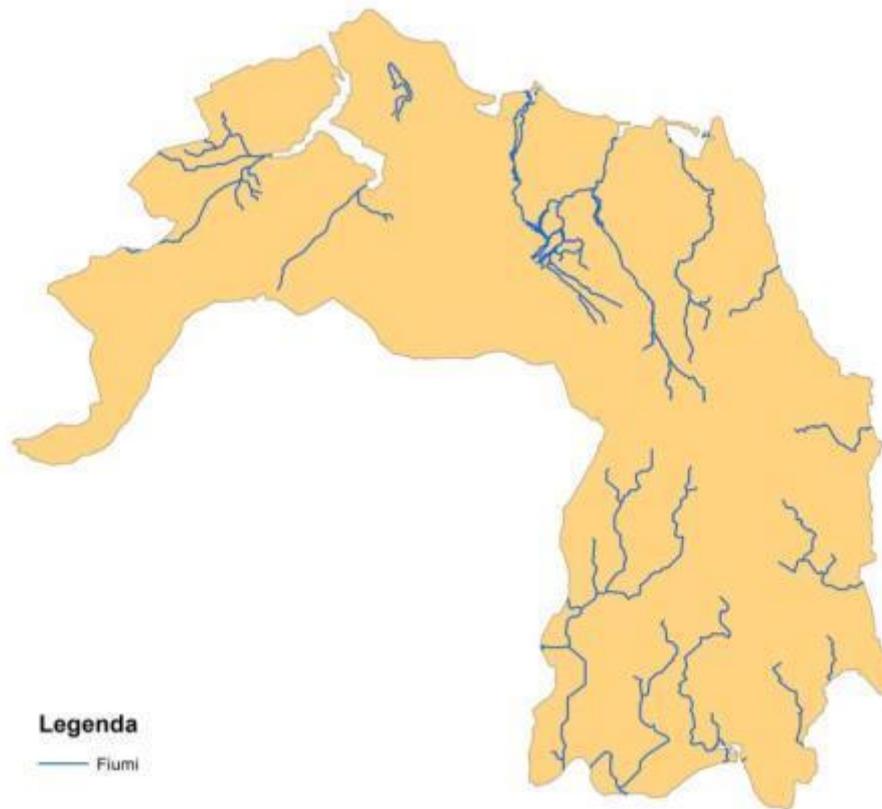


Figura 36: Layer dei fiumi della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Il layer vettoriale dei fiumi di Temeke è il frutto dell'unione di due layer distinti, uno fornito dalla GIS Unit del DCC ed un altro dal Ministry of Land. Successivamente è stata fatta una correzione manuale del layer sulla base delle immagini satellitari di Google Earth.

➤ Aree centrali

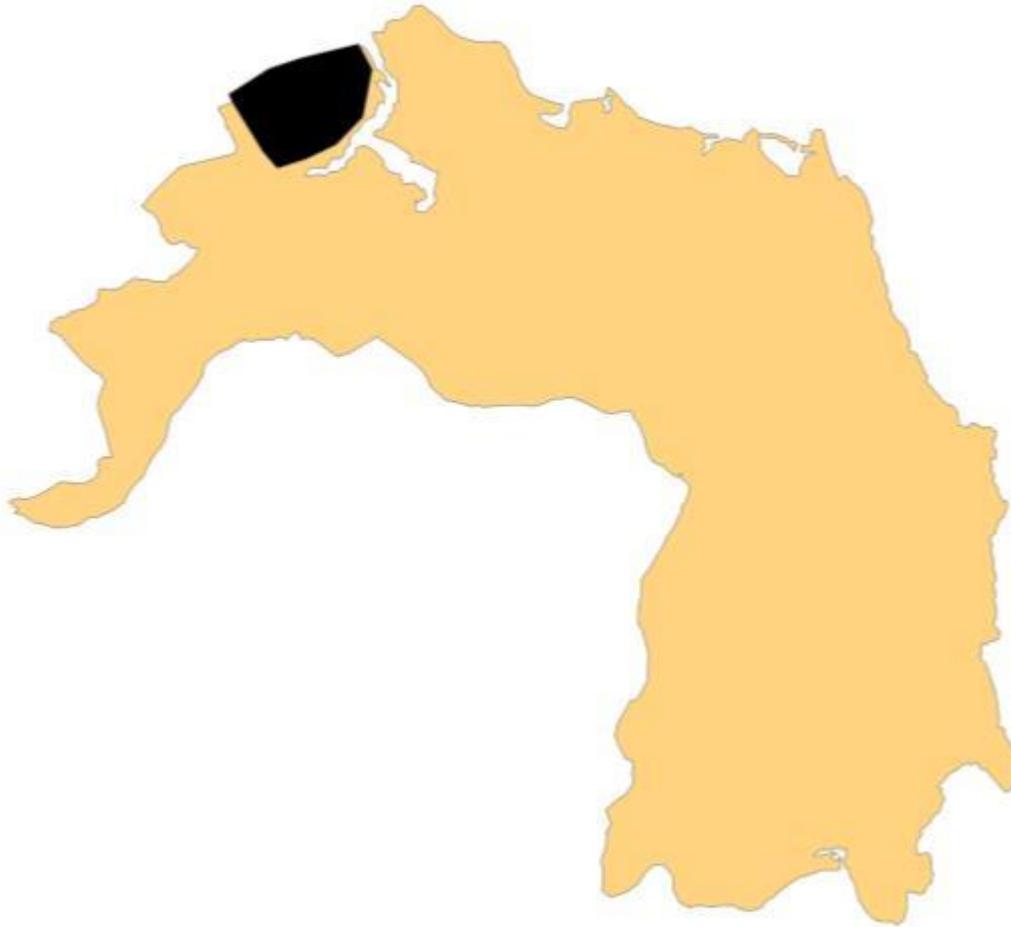


Figura 37: Layer delle aree centrali di vincolo

Ai vincoli è stata aggiunta l'area centrale prossima al CBD in modo tale che non risultassero oggetto di nuova urbanizzazione alcune aree apparentemente libere come la zona dello stadio o le aree verdi.

- Aree protette e riserve naturali
- Aree costiere soggette ad erosione
- Aree di esondazione e aree umide
- Aree inedificabili
- Aree industriali
- Aree fino a 100 m dalla costa

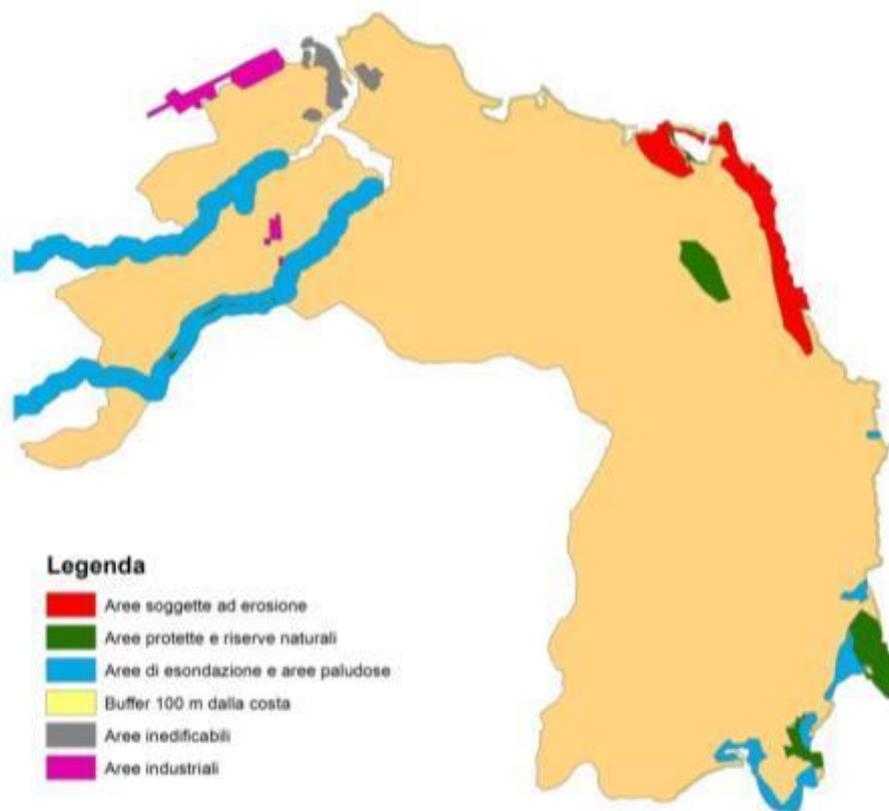


Figura 38: Aree soggette a vincolo della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Alcuni di questi layer sono stati forniti alla GIS Unit del DCC mentre altri sono semplicemente stati realizzati a partire dalle immagini satellitari di Google Earth. Queste sono state importate e georeferenziate in ArcMap 10 ed è stato realizzato un poligono sopra le diverse aree indicate. Per quanto riguarda il vincolo di costruzione fino a 100 m dalla costa, dal layer del territorio di Temeke è stata estratta con ArcMap 10 solo la linea di costa e ne è stato realizzato il buffer interno a 100 m. Le aree industriali, qui inserite nell'elenco dei vincoli, sono state utilizzate anche come driver di urbanizzazione.

## 4.6 Calibrazione del modello

Prima di procedere alla realizzazione degli scenari è stato necessario eseguire una calibrazione del modello, ossia migliorare il più possibile i parametri da che saranno poi utilizzati. Si tratta sostanzialmente del definire le aree di influenza di ciascun layer e il relativo peso. Per stabilire questi criteri è stata presa la carta della copertura del suolo del 2002 e si è ricavato uno scenario di consumo di suolo per il 2011 cercando di fare in modo che il risultato ottenuto fosse il più possibile simile alla carta del 2011 posseduta. Per questo motivo sono state realizzate diverse prove e sono stati modificati spesso i parametri in modo da ottenere un risultato accettabile. Alla fine i parametri così definiti sono stati usati per i tre successivi scenari.

Nell'immagine seguente è raffigurata la carta della copertura del suolo posseduta per il 2002, è stata ricavata con la stessa procedura di quella del 2011 utilizzando immagini satellitari Landsat risalenti a quell'anno.

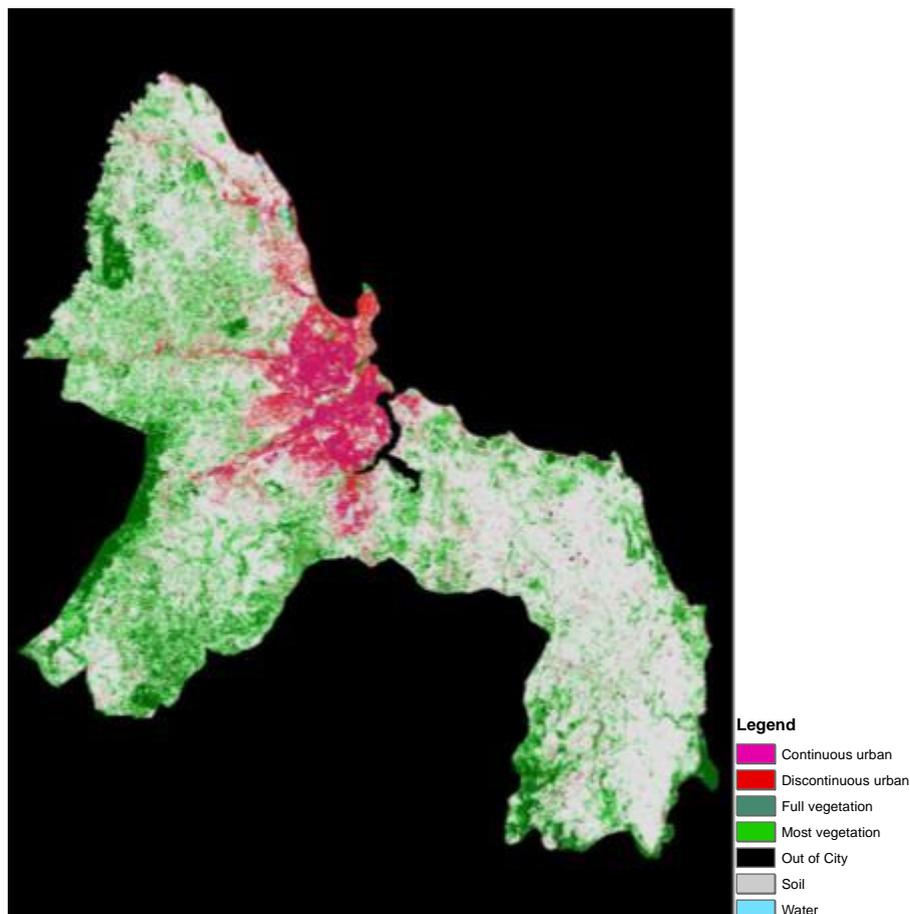


Figura 39: Carta della copertura del suolo della regione di Dar es Salaam, Tanzania, 2002

Da questa mappa è stato estratta esclusivamente l'area d'interesse della municipalità di Temeke.

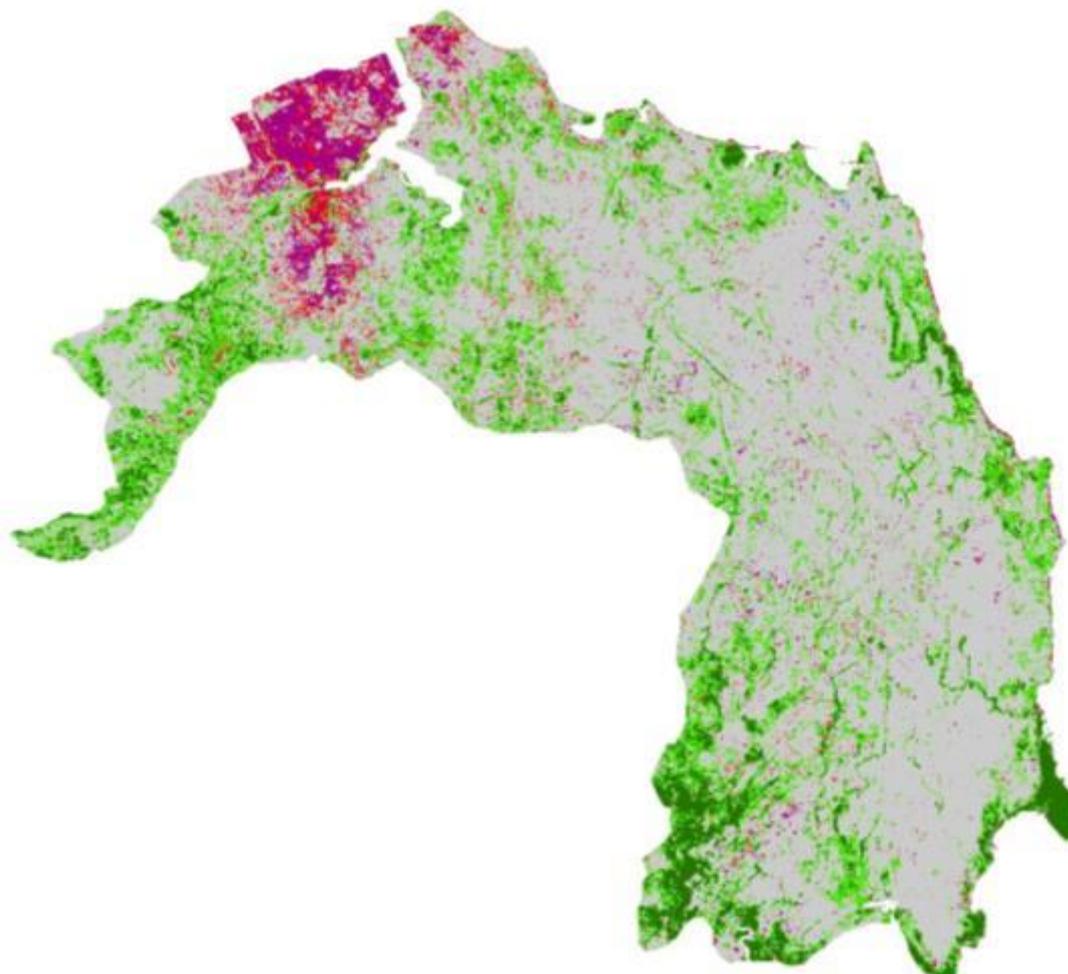


Figura 40: Carta della copertura del suolo della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, 2002

#### 4.6.1 Scelta delle aree d'influenza e dei pesi

Per ognuno dei layer precedentemente realizzati è stato stabilito quali fossero le aree di influenza e per ciascuna di esse è stato definito un peso. Queste informazioni sono state definite a partire dalle interviste realizzate, dalla letteratura e da considerazioni personali. Queste sono riportate nella seguente tabella insieme ai criteri utilizzati.

Layer	Buffer (m)	Pesi	Criteri
Strade asfaltate	30	170	L'area d'influenza delle strade asfaltate considerata è quella relativa all'accessibilità a piedi. I pesi diminuiscono in maniera lineare fino ad una distanza di 150 m, oltre la quale sono state considerate due fasce uniformi fino a 500 m e 1000 m con un peso leggermente più basso.
	60	160	
	90	150	
	150	130	
	500	100	
	1000	80	
Strade sterrate	30	50	Le strade sterrate sono la quasi totalità nell'area di Temke e rappresentano una rete molto fitta. Man mano che l'espansione avanza ne vengono realizzate di nuove. Si può dire che rappresentano una conseguenza della nuova urbanizzazione piuttosto che una causa. Per questo motivo sono stati scelti un'area d'influenza e dei pesi molto bassi. I pesi diminuiscono in maniera lineare con l'aumentare della distanza.
	60	45	
	90	40	
	150	30	
	300	10	
Strade ad alto scorrimento	30	120	Le strade ad alto scorrimento, con due corsie per senso di marcia, hanno un'area d'influenza e dei pesi superiori alle semplici strade asfaltate. I pesi riportati in tabella tengono conto del fatto che le strade ad alto scorrimento sono anche asfaltate e le aree circostanti ne prendono già il contributo.
	60	115	
	90	110	
	150	90	
	500	80	
	1000	70	
1500	50		

Central Business District	<p>4000 6000 8000 10000 12000 14000 16000 18000 20000 22000 24000 26000</p>	<p>300 280 260 240 220 200 180 160 140 120 100 80</p>	<p>I pesi delle aree d'influenza del Central Business District diminuiscono linearmente con la distanza. Il peso massimo scelto è quello più alto di tutti data la rilevanza del fattore. Come area minima d'influenza è stato scelto 4 km in quanto il CBD è stato rappresentato come un punto e quella fascia rappresenta la porzione di territorio già quasi totalmente urbanizzata. Per gli scenari in cui non è presente il Mzinga Creek bridge il buffer è relativo esclusivamente all'area di Temeke che abbia accesso stradale diretto al CBD.</p>
Ferry di Kigamboni	<p>1000 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 16000 20000 24000 28000 32000 40000 48000</p>	<p>200 190 170 150 130 110 90 70 50 -10 -30 -50 -70 -110 -150</p>	<p>Il Ferry di Kigamboni rappresenta l'accesso navale al CBD per tutta le aree sprovviste di accesso stradale, ossia la parte orientale e meridionale di Temeke. Il suo peso a parità di area d'influenza è notevolmente inferiore rispetto a quello del CBD a causa dei tempi di attesa per i traghetto. Il buffer è relativo esclusivamente all'area appena descritta ed è stato diviso in due aree: la più vicina con contributo positivo fino a 16 km, ossia alla distanza in cui la strada rimane asfaltata, la seconda con contributo negativo che aumenta in valore assoluto linearmente con la distanza a causa dell'aumento esponenziale dei tempi di percorrenza delle strade sterrate.</p>
Trasporto pubblico	<p>60 90 150 300 500 1000</p>	<p>150 145 130 110 70 50</p>	<p>La presenza del trasporto pubblico è stata considerata quasi al livello della vicinanza alle strade asfaltate in quanto è il principale mezzo di spostamento per la popolazione di Dar es Salaam. Anche in questo caso è stata considerata come ultima area d'influenza quella realtativa ad un'accessibilità a piedi. I pesi diminuiscono in maniera lineare fino ad una distanza di 150 m, oltre la quale sono state considerate due fasce uniformi fino a 500 m e 1000 m con un peso leggermente più basso.</p>

Urbanizzato continuo consolidato	0 30 60 90 150 500 1000 2000	200 197 194 191 185 150 100 50	La vicinanza all'urbanizzato continuo rappresenta uno dei driver principali in quanto significa trovarsi nelle vicinanze di un tessuto urbano ben definito e spesso provvisto di servizi. I pesi diminuiscono in modo lineare con la distanza con l'eccezione dell'ultima area d'influenza.
Piccoli insediamenti urbani	0 30 90 150 300 500	170 165 155 120 70 50	I piccoli insediamenti di urbanizzato discontinuo hanno un peso e un raggio d'influenza minore rispetto a quelli di tipo continuo appena descritti. Anche in questo caso i pesi diminuiscono in modo lineare con la distanza con l'eccezione dell'ultima area d'influenza.
Acquedotti	30 60 90 150 300	90 85 80 70 50	Secondo le considerazioni fatte precedentemente l'accesso all'acqua è uno dei fattori fondamentali per le nuove urbanizzazioni. Tuttavia gli unici dati in possesso sono quelli relativi agli acquedotti. Non si hanno informazioni riguardo i pozzi perché sono in numero troppo elevato e la maggior parte di essi è di tipo abusivo, quindi non mappati. Per questo motivo si è scelto di tenere un peso abbastanza contenuto per questo fattore.
Aree industriali	0 100 500 1000 2000 3000	No edificazione 0 200 150 100 50	Le aree industriali producono nuova urbanizzazione in quanto creano nuovi posti di lavoro. È stata eliminata dal contributo positivo la fascia immediatamente a ridosso ed è stata scelta come ultima area d'influenza 3 km. I pesi diminuiscono in maniera lineare per distanze maggiori di 1 km. Non essendo importante in senso stretto l'accesso immediato sono state scelte distanze più ampie tra le varie aree d'influenza.
Aree di sviluppo turistico	300 1000 2000	90 60 50	Come le aree industriali, anche quelle turistiche producono nuovi posti di lavoro e possibilità per attività economiche informali. Il loro peso e area d'influenza tuttavia sono sicuramente inferiori.

Costa	100 500 1000	No edificazione 90 50	Eliminando il primo buffer di 100 m perché per legge non edificabile, sono state considerate solo le aree con accessibilità pedonale poiché l'attività della pesca è legata soprattutto a classi di popolazione dalla bassa disponibilità economica.
Fiumi	50 100 300	-500 -150 -30	Intorno alle aree fluviali si è scelto di applicare un contributo negativo forte piuttosto che un vincolo di edificazione. Questo perché la popolazione spesso ha la tendenza a insediarsi anche in queste aree nonostante si esponga ad un alto livello di rischio, in particolare durante la stagione delle piogge. Ovviamente è stato inserito un peso sostanzialmente più elevato per le aree immediatamente a ridosso dei fiumi.
Grandi aree di esondazione e aree umide	0 100	-285 -100	Le stesse considerazioni fatte per le aree fluviali valgono anche per questa categoria. È stato scelto di applicare un peso inferiore rispetto alle aree a ridosso dei fiumi ma comunque significativo.
Coste soggette ad erosione		No edificazione	
Aree protette e riserve naturali		No edificazione	Essendo una delle principali fonti di ricchezza e risorse, in Tanzania c'è una grande tutela delle aree che presentano un forte livello di naturalità o quelle istituite come riserve.
Aree militari		No edificazione	

Buffer delle aree d'influenza, relativi pesi e criteri utilizzati

## 4.6.2 Costruzione dei buffer delle aree d'influenza

Il primo passaggio è stato l'importazione in ArcMap 10 dei layer precedentemente illustrati. Di questi è stato realizzato il buffer multiplo secondo le varie aree d'influenza scelte, utilizzando lo strumento "Multiple Ring Buffer". Oltre ai raggi d'influenza descritti, è stata aggiunta la distanza 60.000 m in modo tale da comprendere tutta l'area di studio. Successivamente sul buffer è stato realizzato il ritaglio della sola area di Temeke utilizzando lo strumento "Clip" di ArcGIS.

Alla tabella degli attributi di ciascun layer ottenuto è stata aggiunta la colonna "Weight", nella quale sono stati inseriti i pesi di ciascuna area d'influenza. Per l'area più esterna è stato inserito il valore 1.

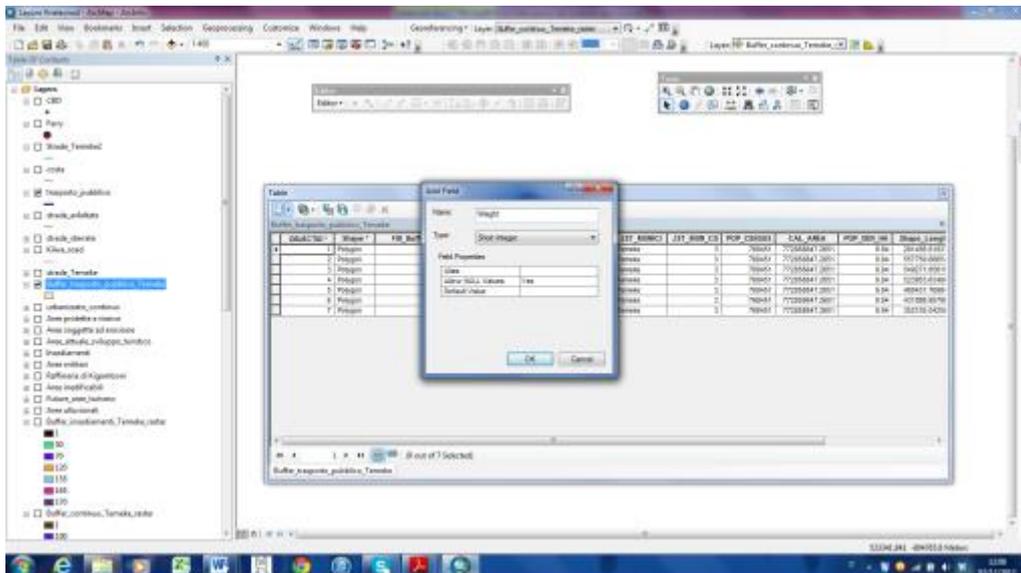


Figura 41: Schermata di ArcMap 10

A questo punto i layer vettoriali sono stati trasformati in formato raster mediante lo strumento "Polygon to Raster", definendo Weight come "Value field" e 30 m come dimensione del pixel. È stato impostato CELL\_CENTER come "Cell assignment type". Questo significa che il software assegna a tutto il pixel il valore che trova nel centro esatto della singola cella. Inoltre è stata impostata la sovrapposizione delle celle con il raster di partenza della copertura del suolo.

Questo procedimento di adattamento alla griglia della carta della copertura del suolo è stato adottato per ogni conversione di layer vettoriali in formato raster effettuata.

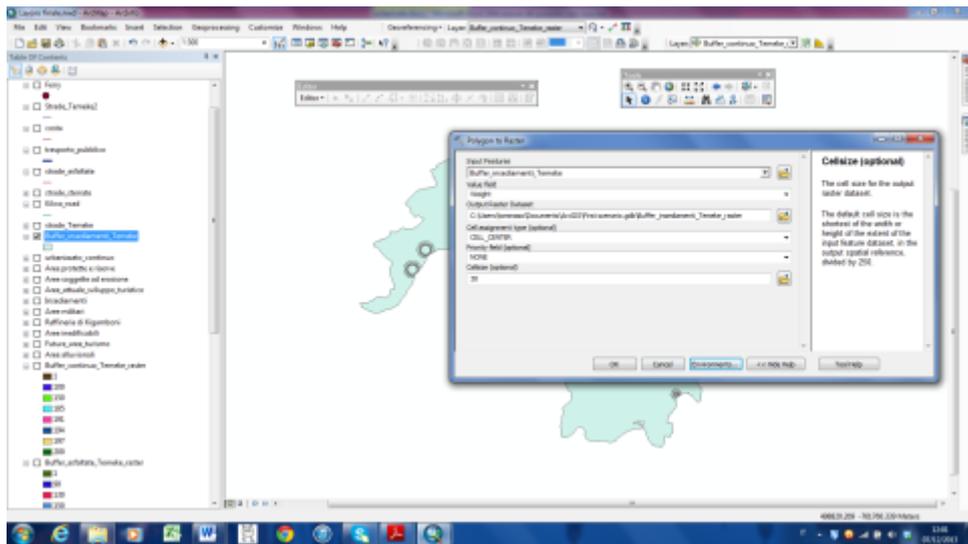


Figura 42: Schermata di ArcMap 10



Figura 43: Aree d'influenza del CBD, Ferry di Kigamboni, strade asfaltate e insediamenti urbani discontinui



Poiché l'intervallo temporale della calibrazione del modello è di 9 anni, è stato realizzato il buffer di 1500 m del layer delle aree continue consolidate. Questo layer è stato poi convertito in raster e riclassificato assegnando valore 1 alle aree interne e 0 a quelle esterne. Utilizzando lo strumento di ArcGIS "Raster Calculator" è stata fatta la somma di questo dato moltiplicato per 10 e il raster di uso della copertura del suolo di partenza. Per la creazione del vincolo principale è stato poi utilizzato lo strumento di riclassificazione con questi criteri:

Vecchi valori	Nuovi valori
2 - 3	0
4	1
5 - 6	0
7	1
8	0
12 - 13	0
14	1
15	0
16 - 17	1
18	0
NoData	0

Il significato di questa tabella è che gli unici pixel che possono accogliere nuova urbanizzazione sono solo quelli di categoria 4 (Vegetazione prevalente) e 7 (Suolo nudo) e quelli di categoria 6 (Urbanizzato discontinuo) che siano presenti nell'area di buffer precedentemente descritta. I pixel che ricadono in quell'area hanno il valore aumentato di 10 e sono così facilmente riconoscibili.

I pixel di categoria 3 (Vegetazione piena) sono stati esclusi dalle nuove urbanizzazioni, insieme a quelli di categoria 8 (Acqua).

#### 4.6.5 Costruzione della mappa della probabilità di nuova edificazione

Utilizzando lo strumento "Raster Calculator" viene fatta la somma di tutti i dati raster dei buffer precedentemente realizzati. Questi sono stati inoltre moltiplicati per il vincolo

principale e tutti gli altri vincoli. Il risultato ottenuto possiede anche dei pixel con valori minori di 0 a causa di alcuni fattori con contributo negativo sul processo di urbanizzazione. Perciò per creare la versione finale della mappa della probabilità di nuova edificazione è stato riclassificato il dato raster appena prodotto assegnando valore 0 a tutti i pixel con valore negativo. Il valore 0 rappresenta infatti tutte le aree non urbanizzabili.

È stato possibile usare lo strumento “Raster Calculator” in quanto tutti i raster utilizzati avevano la griglia delle stesse dimensioni e sovrapposta. In questo modo è stato possibile effettuare qualsiasi tipo di operazione tra i corrispondenti pixel di diversi dati raster.

Nella mappa di probabilità di nuova edificazione ogni pixel è caratterizzato da un valore che lo mette in relazione con tutti gli altri. Maggiore è questo valore, maggiore è la probabilità che vi si localizzi un nuovo insediamento.

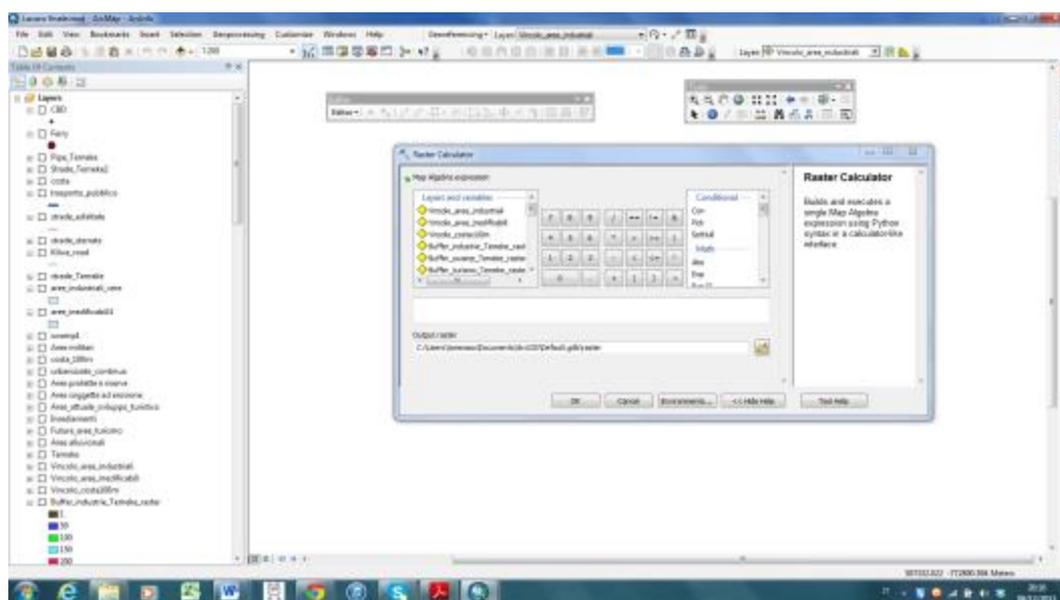


Figura 45: Schermata di ArcMap 10

## 4.2.6 Costruzione della nuova carta della copertura del suolo

Una volta ricavata la mappa della probabilità di nuova edificazione, l’obiettivo è stato quello di andare a distribuire sul territorio la nuova popolazione prevista dal New

Masterplan nello step temporale considerato, sulla base della densità abitativa media per quanto riguarda il continuo e il discontinuo. Per la calibrazione del modello l'intervallo di tempo considerato è stato quello dal 2002 al 2011.

I dati di densità abitativa sono stati ricavati dal working paper “Investigating the relationship between land cover and vulnerability to climate change in Dar es Salaam” (Congedo et al., 2013).

Sono stati perciò considerati i seguenti valori:

- 127 abitanti/ettaro nel continuo
- 72 abitanti/ettaro nel discontinuo

Dal momento che si è fatta l'ipotesi che la nuova urbanizzazione continua sorga in aree discontinue, è stata calcolata la differenza tra i due valori di densità abitativa, ottenendo come risultato 55 abitanti/ettaro.

Queste densità sono state poi convertite in abitanti per pixel, il quale ha una superficie di 900 m<sup>2</sup>, ottenendo come valore 4,95 abitanti/pixel per le aree che passano da urbanizzazione continua a discontinua e 6,48 abitanti/pixel per le aree di nuova urbanizzazione discontinua.

Date queste premesse, è stata calcolata la differenza di popolazione di Dar es Salaam tra il 2011 e il 2002. Per quanto riguarda il 2002 è stato preso il valore 2.487.288, derivante dal censimento di quell'anno. Per il 2011 è stato preso 4.176.816, derivato dal dato del censimento 2012 meno il 10% dell'incremento di popolazione di quei 10 anni. Come risultato della differenza è uscito il valore 1.689.528. Per estrarre il dato riguardante esclusivamente Temeke è stato semplicemente fatto il rapporto tra la popolazione della municipalità e quella totale di Dar es Salaam in base al censimento 2012. È stato ricavato il coefficiente 0,31 per il quale è stato moltiplicato il dato di aumento di popolazione ottenendo il valore 523.753 abitanti. Questo valore rappresenta una stima dell'aumento di popolazione che ha avuto la municipalità di Temeke nello step temporale 2002-2011.

Sfruttando il layer vettoriale del buffer delle aree continue consolidate, si è effettuato il ritaglio della carta della copertura del suolo tramite lo strumento “Clip Raster”. A questo punto l'obiettivo è stato quello di contare quanti pixel di urbanizzato discontinuo fossero presenti in quell'area, poiché sono quelli che saranno trasformati in urbanizzato

continuo. Si è sfruttato lo strumento “Zonal Statistics”, che permette di rilevare a quanti pixel è attribuito ogni singolo valore.

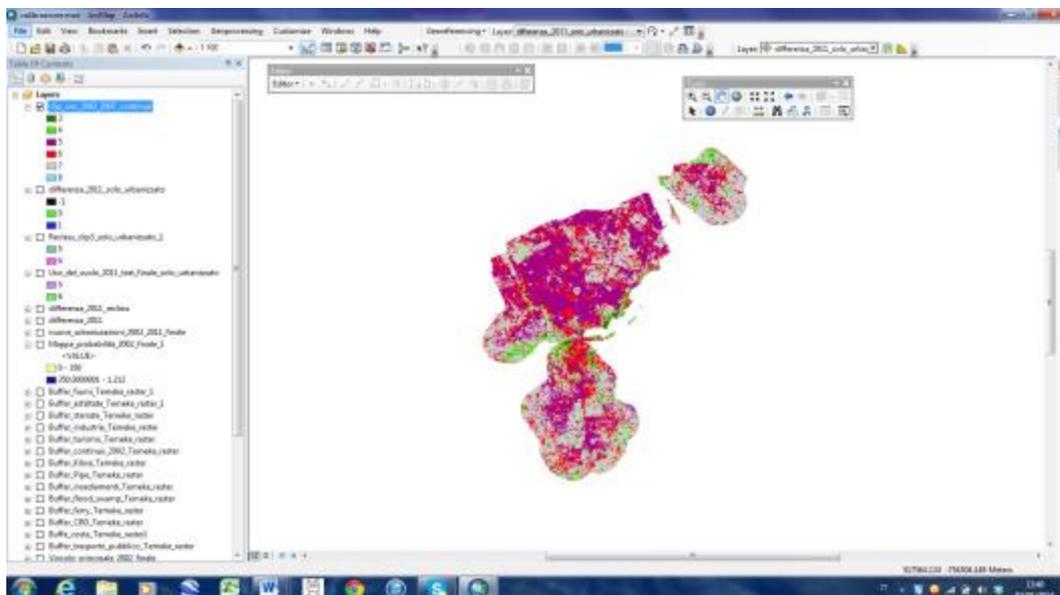


Figura 46: Schermata di ArcMap 10

Il numero di pixel di urbanizzazione discontinua così calcolato è risultato essere 12.178 ed è stato moltiplicato per 4,95. È stato ottenuto 60.281, che rappresenta il numero di nuovi abitanti che si insedieranno nelle aree che passano da urbanizzazione discontinua a continua. A questo punto è stata fatta la differenza con il dato di nuova popolazione precedentemente calcolato. Il numero ricavato, 463.472 abitanti, rappresenta la popolazione che si insedierà con urbanizzazione di tipo discontinuo. Questo numero è stato diviso per 6,48 ottenendo 71.523, ossia il numero di pixel di nuova urbanizzazione discontinua.

Sommando il numero di pixel di nuovo urbanizzato continuo e discontinuo si sono ottenuti 83.701 pixel di nuova urbanizzazione.

Per andare a localizzare questi pixel sulla futura carta di uso del suolo si è fatto ricorso alla mappa di probabilità di nuova edificazione. È stata estratta la tabella delle statistiche ed è stata importata in Excel, così sono stati scelti i pixel con i valori più alti fino a che la loro somma non avesse raggiunto il numero richiesto. In questo modo si sono scelti tutti i pixel che avessero valore maggiore o uguale a 350.

Questi pixel sono stati selezionati sulla mappa delle probabilità di nuova edificazione e riclassificati in un nuovo raster con assegnato valore 1, mentre a tutti gli altri pixel è stato attribuito il valore 0.

Il raster così ottenuto rappresenta tutte le aree di nuova urbanizzazione nell'intervallo di tempo considerato. Mediante "Raster Calculator" il dato è stato moltiplicato per 10 e sommato alla carta di copertura del suolo. Per ottenere la mappa di copertura del suolo finale è stata applicata una riclassificazione convertendo i valori 16 in 5 e i valori 14 e 17 in 6. Infatti i valori 16 rappresentano le aree di urbanizzazione discontinua che diventeranno continue, mentre i valori 14 e 17 rappresentano le aree di vegetazione prevalente o suolo libero che diventeranno urbanizzato di tipo discontinuo. A quel punto è stata costruita la carta di copertura del suolo del 2011 a partire dal dato del 2002.

## 4.7 Primo scenario

Nel primo scenario si fa l'ipotesi che la situazione nella città di Dar es Salaam rimanga esattamente quella attuale e non sarà realizzato nessun nuovo progetto.

Il punto di partenza per la costruzione del primo scenario è la carta della copertura del suolo del 2011. Sono previsti tre step temporali: al 2015, 2020 e 2030. Il metodo di estrazione della carta della copertura del suolo per ogni intervallo è lo stesso appena illustrato per la calibrazione. Alla fine il risultato di ogni step diventerà l'input per il successivo. Anche i layer utilizzati per il primo scenario sono stati esattamente gli stessi usati per la calibrazione del modello. L'unico che è stato cambiato nei vari passaggi è stato l'urbanizzato continuo consolidato, il quale è stato modificato ad ogni step per dare risalto all'influenza dell'espansione urbana.

### 4.7.1 Intervallo temporale 2011-2015

I passaggi fino all'estrazione della mappa della probabilità di nuova edificazione sono esattamente gli stessi illustrati nella calibrazione del modello, con l'eccezione del dato di input, il quale è stato la carta della copertura del suolo di Temeke del 2011. Dalla lettura delle informazioni del New Masterplan è stato stimato un aumento di popolazione a Dar es Salaam di 750.000 abitanti tra il 2011 e il 2015. Moltiplicando

questo valore per 0,31 è stata calcolata la proporzione riferita a Temeke. Il dato di popolazione usato è stato perciò 232.500 nuovi abitanti da distribuire tra urbanizzato continuo e discontinuo.

Per rappresentare l'area dove l'urbanizzato discontinuo diventerà continuo, è stato eseguito il buffer di 670 m del layer dell'urbanizzato continuo consolidato. Il valore del buffer è stato scelto facendo una proporzione in relazione all'intervallo di 4 anni considerato, dal momento che la stima fatta era stata di un avanzamento dell'urbanizzato continuo di 500 m ogni 3 anni. Con il poligono così ricavato è stato realizzato il Clip della copertura del suolo di Temeke del 2011 e ne sono state calcolate le statistiche. È emerso che in quell'area sono presenti 16.428 pixel di urbanizzato discontinuo, i quali possono accogliere 81.318 nuovi abitanti. A questo punto gli abitanti rimanenti da collocare sul territorio sono stati 151.182, per i quali sono necessari 23.330 pixel di nuova urbanizzazione discontinua. Sommandoli con il valore precedentemente calcolato è risultato che i pixel totali di nuova urbanizzazione nell'intervallo di tempo considerato sono 39.758. Sono state calcolate le statistiche della mappa della probabilità di nuova urbanizzazione ed esportate su Excel. Sono stati così evidenziati i pixel con valori man mano inferiori fino a raggiungere la quantità desiderata. In questo modo sono stati presi tutti i pixel con valore superiore o uguale a 437.

Come precedentemente descritto è stato nuovamente creato il dato raster delle nuove urbanizzazioni ed estratta la carta della copertura del suolo del 2015 per il primo scenario.

#### 4.7.2 Intervallo temporale 2015-2020

Per l'intervallo temporale tra il 2015 e il 2020 il New Masterplan stima un aumento di popolazione a Dar es Salaam di un milione di abitanti, il che corrisponde a 310.000 abitanti a Temeke. Il dato di input di questo step è diventato la carta della copertura del suolo del 2015 appena estratta. È stato modificato il layer dell'urbanizzato continuo consolidato a partire dal nuovo dato e ne è stato rifatto sia il buffer multiplo secondo i criteri precedentemente espressi, sia il buffer a 840 m per evidenziare l'area nella quale l'urbanizzato discontinuo diventerà continuo. Anche in questo caso il valore 840 deriva da una proporzione rispetto all'intervallo di 5 anni considerato.

Una volta effettuato il Clip del raster della copertura suolo del 2015 dell'area prossima all'urbanizzato continuo, ne sono state calcolate le statistiche e da queste è emerso che vi si trovano 25.472 pixel di urbanizzato discontinuo. Questo valore corrisponde ad una popolazione di 126.086 abitanti che si insedierà in nuove aree continue. A questo punto sono rimasti 183.914 abitanti che necessariamente si insedieranno in aree discontinue. A questo valore corrispondono 28.381 pixel di nuova urbanizzazione di tipo discontinuo. I pixel totali di nuova urbanizzazione per lo step temporale 2015-2020 sono 53.853.

Costruendo la mappa della probabilità di nuova edificazione e calcolandone le statistiche, sono stati scelti ancora una volta tramite Excel tutti i pixel con valori via via decrescenti fino a raggiungere la cifra appena trovata. Sono stati evidenziati tutti i pixel con valori uguali o superiori a 277. Utilizzando la metodologia precedentemente descritta è stato possibile anche per il 2020 estrarre la carta della copertura del suolo.

#### 4.7.3 Intervallo temporale 2020-2030

Essendo l'ultimo intervallo temporale di 10 anni, è stato scelto un buffer dell'urbanizzato continuo consolidato di 1680 m. Il New Masterplan prevede per questo periodo un aumento di popolazione a Dar es Salaam di 2.600.000 abitanti, di cui 806.000 nella municipalità di Temeke secondo le proporzioni applicate. Il dato di input per questo step è stata la carta della copertura del suolo del 2020 precedentemente estratta e ne è stato effettuato il Clip nell'area di passaggio da urbanizzazione discontinua a continua. In quell'area sono stati trovati 36.583 pixel di urbanizzato di tipo discontinuo, nei quali si possono collocare 181.086 nuovi abitanti. Gli abitanti rimanenti che si dovranno insediare sono 624.914, che corrispondono a 96.437 pixel di urbanizzato discontinuo. In questo modo sono risultati 133.020 pixel di nuova urbanizzazione. Calcolando le statistiche della mappa della probabilità di nuova edificazione, sono stati scelti i pixel con valori maggiori e messi in evidenza in un nuovo file raster. Questi pixel sono stati tutti quelli con valore superiore o uguale a 99. Applicando il modello usato precedentemente è stata estratta anche l'ultima carta della copertura del suolo per il 2030.

## 4.8 Secondo scenario

Nel secondo scenario è stata fatta l'ipotesi che verranno realizzati esclusivamente i progetti già approvati e in fase di esecuzione. Il principale è il Mzinga Creek bridge, il quale è già da alcuni anni in costruzione ad opera di una ditta cinese e, secondo gli esperti intervistati a Dar es Salaam, sarà aperto tra circa due anni. Gli altri sono il progetto DART e alcune destinazioni d'uso inserite nel piano regolatore come già approvate. Non essendoci grandi progetti che saranno ultimati prima del 2015, è stato deciso che la carta della copertura del suolo del 2015 costruita nel primo scenario rappresenta il punto di partenza per il secondo. Sono stati perciò considerati solo gli step temporali 2015-2020 e 2020-2030. È stata inoltre apportata una modifica alla tabella delle aree d'influenza e dei pesi dei diversi layer. È stato ipotizzato che con l'apertura del nuovo ponte l'influenza del Ferry di Kigamboni diminuirà drasticamente. Tuttavia sarà garantita a tutto il territorio di Temeke l'accessibilità stradale al CBD, perciò la sua influenza sarà estesa anche alle aree che precedentemente erano state escluse.

Nelle seguente tabella sono riportati i valori di buffer e pesi delle aree d'influenza del Ferry di Kigamboni utilizzati nel secondo scenario:

Layer	Buffer (m)	Pesi	Criterio
Ferry di Kigamboni	1000	100	È stato scelto di abbassare notevolmente il peso del Ferry di Kigamboni e di limitarne l'influenza esclusivamente alle aree in prossimità. È stato comunque mantenuto il contributo negativo a partire dai 16 km poiché la strada sterrata aumenta fortemente i tempi di accesso al CBD.
	2000	50	
	4000	30	
	6000	1	
	8000	1	
	10000	1	
	12000	1	
	14000	1	
	16000	1	
	20000	-10	
	24000	-30	
	28000	-50	
	32000	-70	
	40000	-110	
48000	-150		

È stato inoltre ipotizzato che l'apertura del nuovo ponte aumenti l'appetibilità delle aree non ancora edificate di Temeke. Per questo motivo è ragionevole pensare che ci sia un aumento della nuova popolazione che si insedierà rispetto ai trend passati. È stato scelto di modificare il fattore di proporzione di migrazioni su Temeke rispetto a quelle su tutta Dar es Salaam portandolo da 0,31 a 0,4.

#### 4.8.1 Intervallo temporale 2015-2020

Per questo intervallo temporale sono stati modificati alcuni layer ed altri sono stati aggiunti sulla base delle ipotesi fatte.

In questo step l'unico progetto rilevante preso in considerazione è l'apertura del Mzinga Creek bridge ed un riassetto minimo delle strade adiacenti.

E' stato perciò modificato il seguente layer:

- Strade asfaltate e sterrate

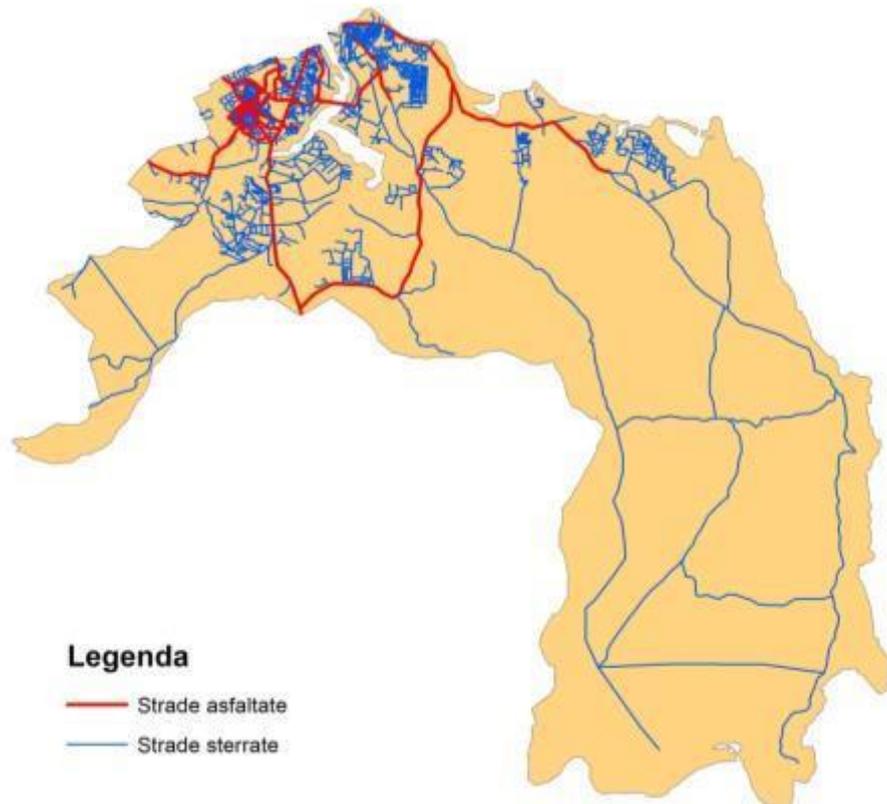


Figura 47: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2015 per il secondo scenario

Secondo il New Masterplan, per garantire l'approvvigionamento idrico della città, è stato approvato il progetto di un nuovo campo pozzi nei pressi della zona di Kimbiji. Quest'area è stata perciò considerata come un vincolo alla futura urbanizzazione, aggiungendo il seguente nuovo layer come vincolo:

- Campo pozzi di Kimbiji



Figura 48: Layer del futuro campo pozzi a Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

Seguendo il procedimento precedentemente descritto per la calibrazione del modello, ma utilizzando i layer appena illustrati, è stata estratta la mappa della probabilità di nuova edificazione per l'intervallo di tempo 2015-2020.

Per la sua costruzione sono stati modificati profondamente i layer delle aree d'influenza del CBD e del Ferry di Kigamboni, raffigurati nelle immagini seguenti.

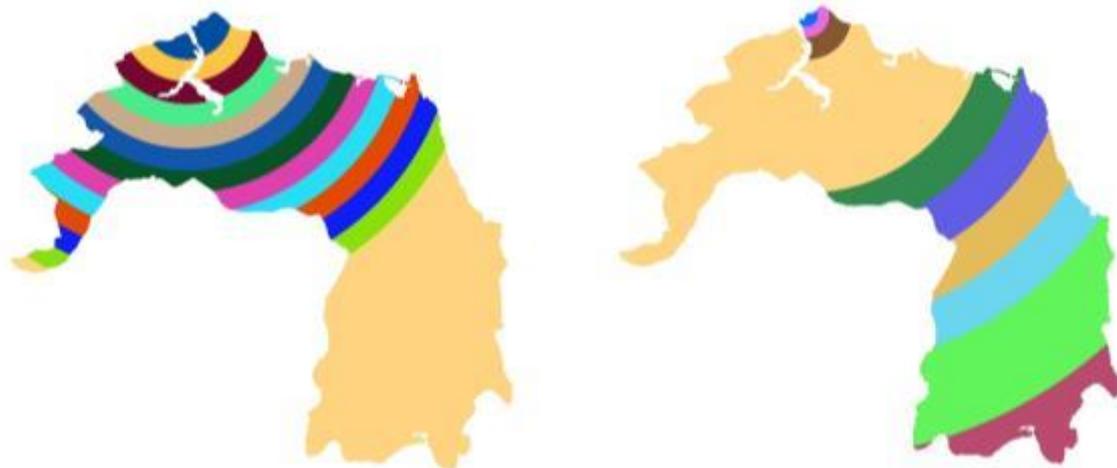


Figura 49: Aree d'influenza del CBD e del Ferry di Kigamboni per il secondo scenario

Essendo stato previsto in questo intervallo temporale un aumento di popolazione di un milione di unità, in questo scenario la parte che si insedierà a Temeke saranno 400.000 abitanti.

È stato realizzato il buffer a 840 m dell'urbanizzato continuo consolidato e successivamente, con quel poligono, è stato applicato lo strumento "Clip raster" alla carta di copertura del suolo del 2015 costruita nel primo scenario. In quell'area sono stati riscontrati 25.472 pixel di urbanizzato discontinuo, che corrispondono a una popolazione di 126.086 nuovi abitanti che si insedieranno in aree che diventeranno continue. I rimanenti 273.914 abitanti si andranno a localizzare in 42.270 pixel di urbanizzato discontinuo. I pixel totali di nuova urbanizzazione nello step temporale 2015-2020 sono 67.742. Estruendo le statistiche della mappa della probabilità di nuova edificazione è stato evidenziato il numero di pixel richiesto. Sono stati esportati tutti i pixel aventi valore superiore o uguale a 386. Come precedentemente descritto nelle altre situazioni è stata costruita la carta della copertura del suolo del 2020 per il secondo scenario.

#### 4.8.2 Intervallo temporale 2020-2030

Anche in questo intervallo temporale sono stati modificati alcuni layer o ne sono stati inseriti di nuovi.

I layer modificati sono i seguenti:

➤ Strade asfaltate e sterrate

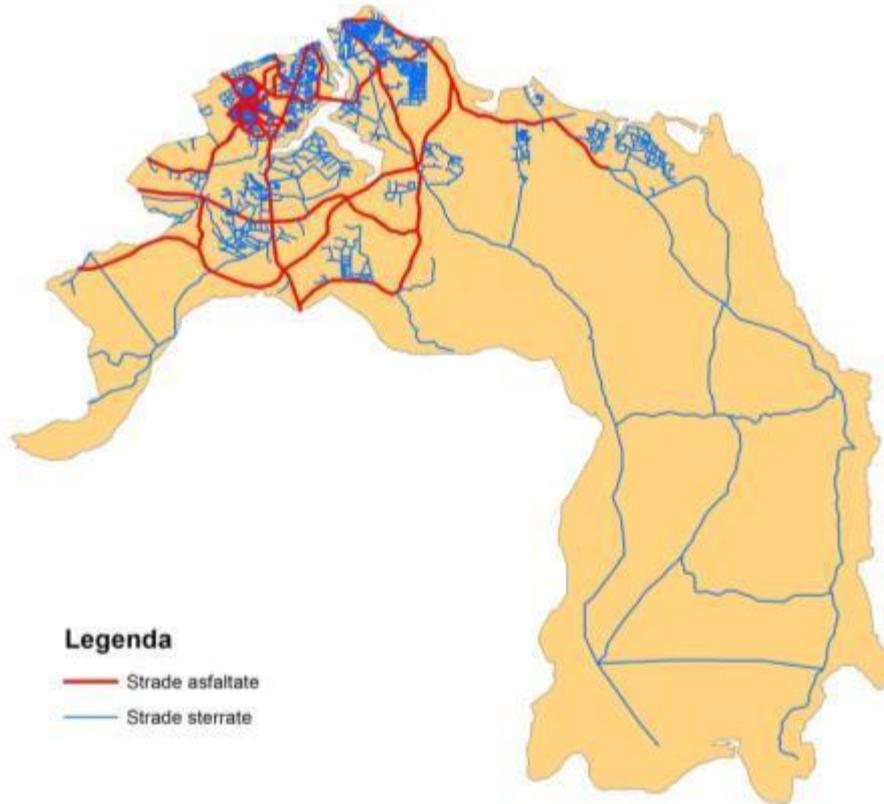


Figura 50: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2020 per il secondo scenario

➤ Strade ad alto scorrimento

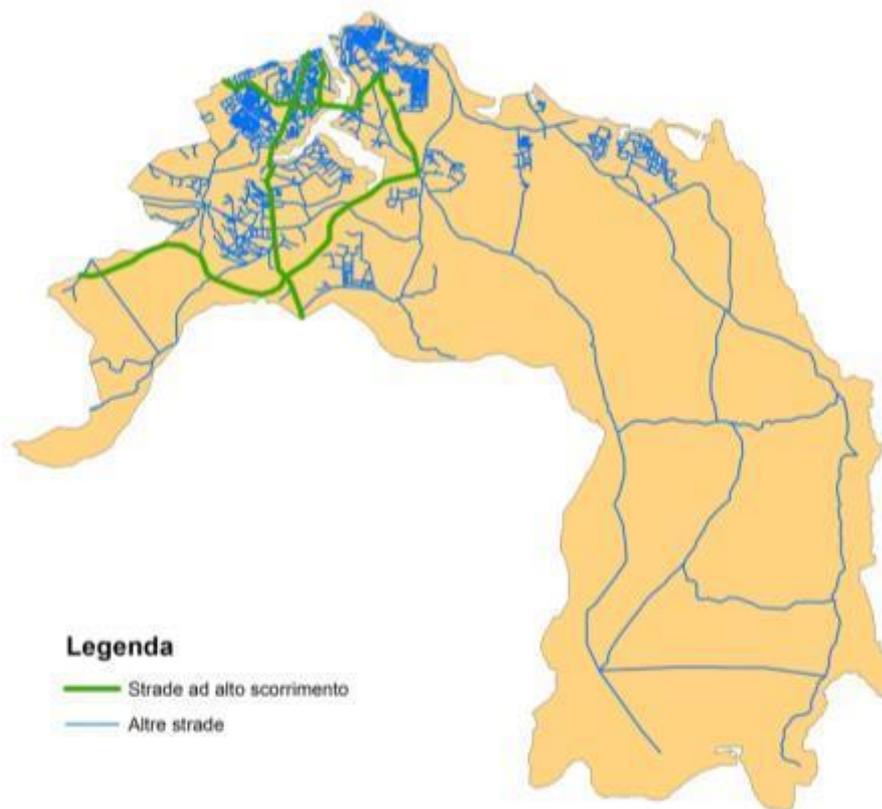


Figura 51: Layer delle strade ad alto scorrimento della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2020 per il secondo scenario

➤ Aree industriali



Figura 52: Layer della aree industriali e commerciali nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, nel 2020 per il secondo scenario

L'evidente area industriale e commerciale localizzata nella parte meridionale di Temeke è presentata dal piano regolatore come un progetto già approvato. Date le notevoli dimensioni abbiamo ipotizzato che la trasformazione di uso del suolo in quell'area non sarà completata sicuramente per il 2015, perciò è stata inserita nel secondo step dello scenario.

Il nuovo layer aggiunto è stato il seguente:

➤ Progetto DART



Figura 53: Layer della seconda fase del progetto DART nella municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

La prima fase del progetto DART (Dar es Salaam Rapid Transit), secondo gli esperti intervistati, sarà ultimata intorno al 2015 e successivamente inizierà la seconda tratta. Questa ricadrà nella zona di Temeke ed è stato ipotizzato in questo scenario che intorno al 2020 venga ultimata. È stata inoltre aggiunta la seguente voce alla tabella delle aree d'influenza e dei pesi:

Layer	Buffer (m)	Pesi	Criterio
DART	30	150	È stato scelto di rappresentare l'influenza del progetto DART in maniera simile a quella del trasporto pubblica ma con un raggio d'influenza maggiore. Il peso è rimasto simile in quanto questi valori si vanno ad aggiungere a quelli del trasporto pubblico stesso.
	60	140	
	90	130	
	150	110	
	500	100	
	1000	75	
	2000	50	

In questo intervallo di tempo il New Masterplan prevede su Dar es Salaam un aumento di popolazione di 2.600.000 abitanti, che corrispondono in questo scenario a 1.040.000 su Temeke.

Come nelle precedenti fasi del lavoro, è stata estratta la mappa della probabilità di nuova edificazione e sono stati calcolati quanti pixel di urbanizzato discontinuo si trasformeranno in continuo. Quest'area è stata trovata facendo il buffer di 1.680 m delle aree continue consolidate dello scenario della copertura del suolo del 2020 ed utilizzando lo strumento "Clip raster" il Clip. Sono stati contati 33.413 pixel di urbanizzazione discontinua, nei quali si possono insediare 165.394 abitanti. I rimanenti 874.606 saranno localizzati su 134.970 pixel di urbanizzato discontinuo. Perciò i pixel di urbanizzazione totale nello step temporale 2020-2030 del secondo scenario sono 168.383. Dalla mappa della probabilità di nuova edificazione sono stati estratti tutti i pixel con valori maggiori o uguali a 142. Successivamente è stato possibile costruire la carta della copertura del suolo per il 2030 per il secondo scenario.

#### 4.9 Terzo scenario, intervallo temporale 2020-2030

Il terzo scenario ipotizza una situazione in cui tutti i progetti in fase di approvazione saranno attuati nei tempi previsti. In questo caso è previsto unicamente l'intervallo di tempo tra il 2020 e il 2030.

Il progetto principale che potrebbe trasformare radicalmente il territorio di Temeke è il Kigamboni New City Project. Questo prevede la creazione di un'area con caratteristiche simili al CBD e collegata ad esso tramite un ulteriore nuovo ponte che sorgerà in prossimità dell'attuale Ferry di Kigamboni più un tunnel sotterraneo. Il progetto prevede l'inserimento di nuove aree residenziali ad alta e bassa densità, industriali, turistiche, istituzionali, aree verdi e destinate ad attività economiche e finanziarie.

Il New Masterplan in un primo momento si trovava in contrasto con la realizzazione di questo progetto in quanto avrebbe portato ad un'estensione naturale del CBD al di là dell'insenatura. Questa situazione avrebbe aggravato ulteriormente i problemi di traffico e congestione causati dalla localizzazione della maggioranza delle attività economiche nelle aree centrali. Questo progetto, infatti, non si sposa molto bene con l'idea del piano

regolatore di creare delle nuove centralità sparse uniformemente sul territorio di Dar es Salaam per delocalizzare molte attività economiche dal CBD. Tuttavia gli interessi degli investitori nel progetto, soprattutto stranieri, sono molto forti e il Ministry of Land ha spinto molto nel far approvare questo progetto. Il New Masterplan ha perciò dovuto incorporare al suo interno il Kigamboni New City Project, riuscendo però a limitare leggermente le densità abitative previste.

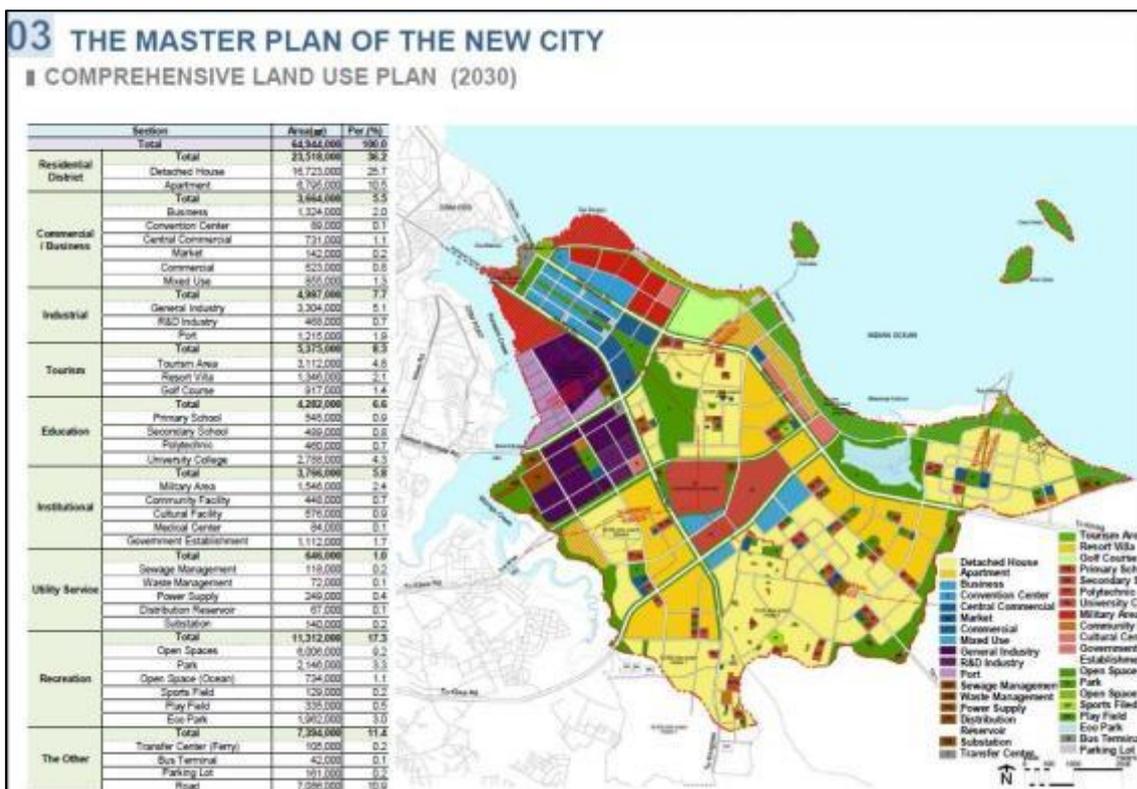


Figura 54: Kigamboni New City Masterplan

Poiché il progetto prevede la realizzazione di un ulteriore nuovo ponte e di un tunnel sotterraneo, è stato eliminato il layer del Ferry di Kigamboni poiché a quel punto cesserebbe sicuramente la propria attività.

Viste le notevoli trasformazioni e investimenti che ci saranno nell'area, è stato deciso di alzare da 0,4 a 0,5 il coefficiente della migrazione su Temeke rispetto a quella su tutta Dar es Salaam. Questo perché se il progetto sarà effettivamente realizzato, renderà estremamente appetibili tutte le zone circostanti e richiamerà notevoli flussi di nuova popolazione.

Nei precedenti scenari, per questo step temporale, è stato realizzato il buffer di 1680 m dell'urbanizzato continuo consolidato per evidenziare l'area dove l'urbanizzazione discontinua si trasformerà in continua. A quest'area è stata aggiunta quella prevista dal Kigamboni New City in modo da estendervi la nuova urbanizzazione continua. Questa nuova area è stata inserita in un layer che rappresenta un nuovo CBD e tramite lo strumento "Union" è stata aggiunta al buffer dell'area continua consolidata.

I layer che sono stati modificati per questo scenario sono:

- Strade asfaltate e sterrate

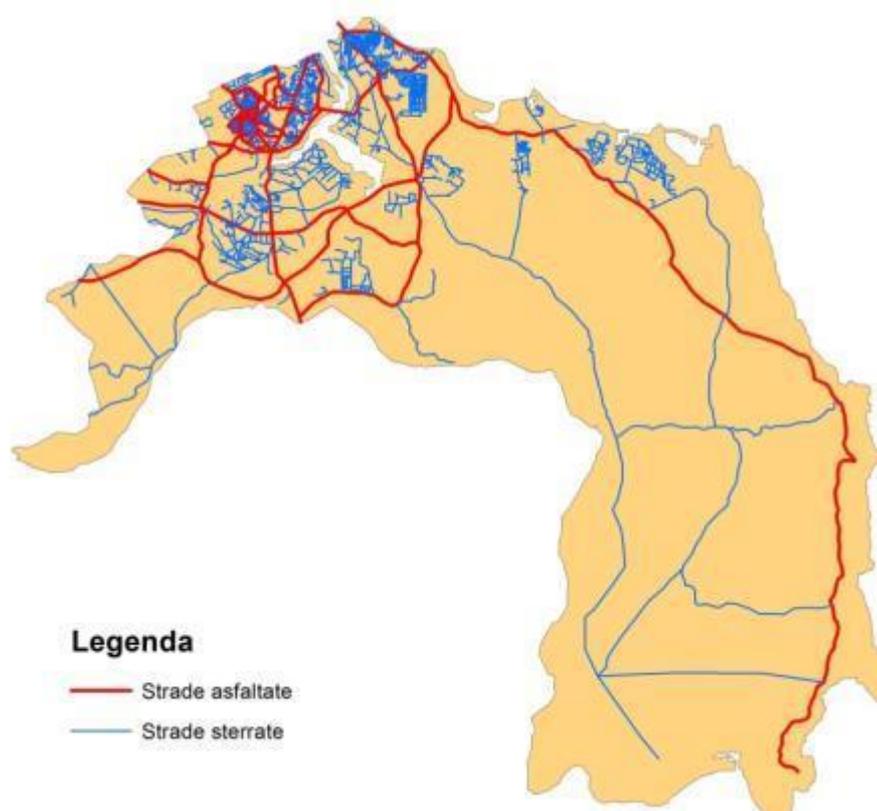


Figura 55: Layer delle strade della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

È sembrato ragionevole rendere asfaltata la strada lungo la costa in questo scenario in vista del forte sviluppo industriale e turistico che potrebbe avvenire in quelle aree.

➤ Strade ad alto scorrimento



Figura 56: Layer delle strade ad alto scorrimento della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

➤ Aree turistiche



Figura 57: Layer delle aree turistiche di Tembeke; Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

Sono state inserite le nuove aree turistiche previste dal piano regolatore e dal Kigamboni New City Project.

➤ Nuovo CBD

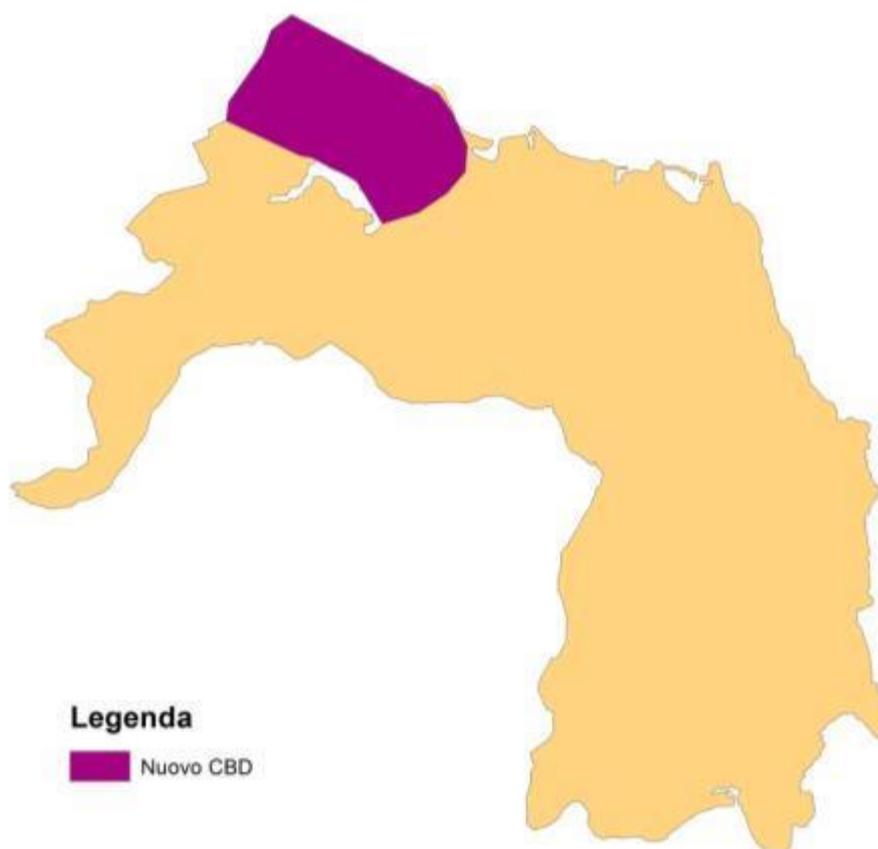


Figura 58: Nuovo CBD di Dar es Salaam secondo il terzo scenario

È stato deciso di trasformare in poligono il layer del CBD in modo tale da poter inglobare anche la nuova area del Kigamboni New City Project.

➤ Aree industriali

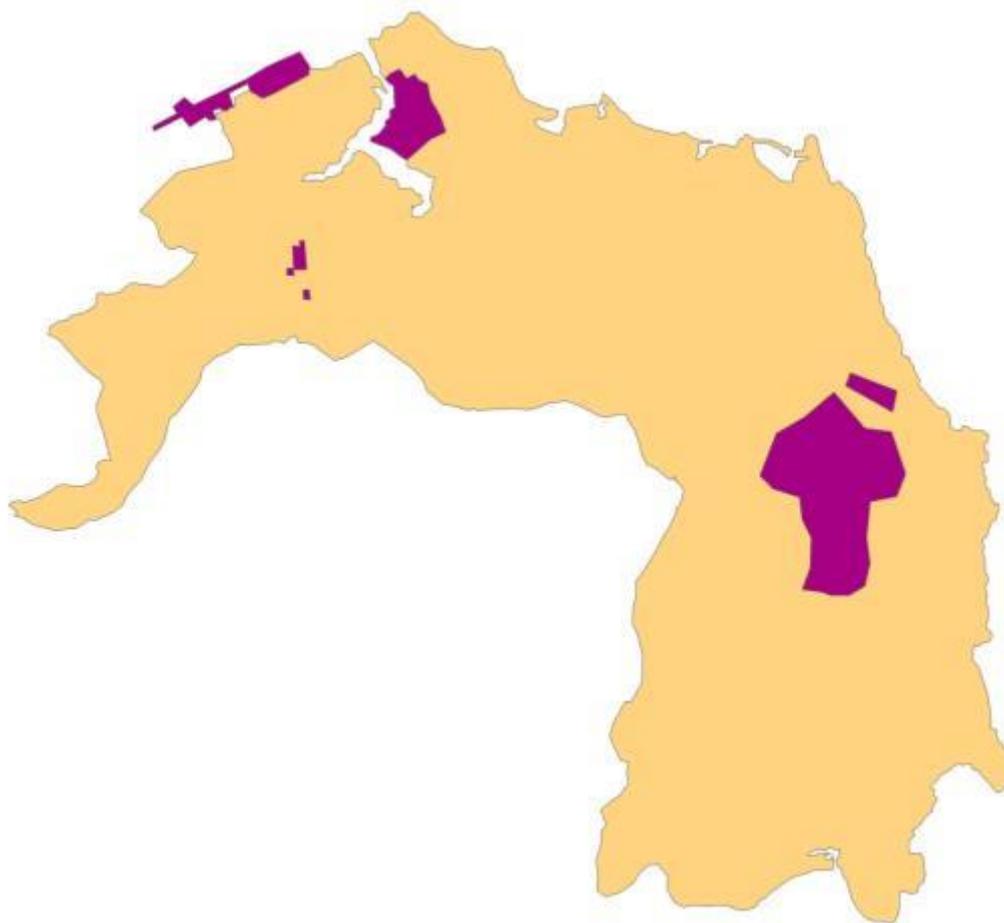


Figura 59: Layer delle aree industriali di Temeke; Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

➤ Aree di insediamenti urbani definiti

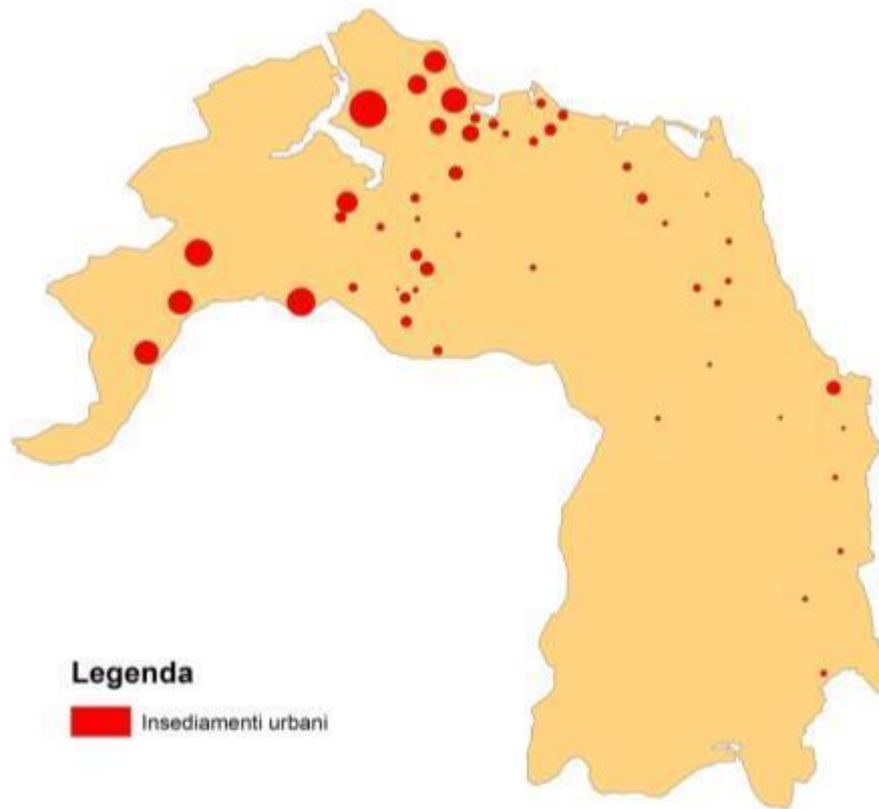


Figura 60: Layer degli insediamenti urbani discontinui della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

Il New Masterplan prevede l'inserimento di piccole e grandi centralità. Le piccole sono state rappresentate come insediamenti urbani di raggio 1 km.

Il New Masterplan prevede di creare delle centralità urbane dove inserire servizi e attività economiche in modo da alleggerire le aree centrali. E' stato quindi aggiunto un nuovo layer:

➤ Centralità urbane



Figura 61: Layer delle grandi centralità urbane di Dar es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

Nella seguente tabella sono riportati le aree d'influenza e i pesi del layer.

Layer	Buffer (m)	Pesi	Criterio
Centralità	0	230	Per attribuire i pesi, le centralità sono state considerate come una via di mezzo tra il CBD e gli insediamenti urbani. I pesi diminuiscono linearmente con la distanza fino a 150 m, poi sono state considerate delle fasce più ampie uniformi con peso leggermente più basso.
	30	220	
	60	210	
	90	200	
	150	180	
	500	150	
	1000	130	
	2000	110	

Il dato di popolazione su Dar es Salaam del New Masterplan è un aumento di 2.600.000 abitanti nel decennio 2020-2030, i quali in questo scenario corrispondono a 1.300.000 nuovi abitanti a Temeke.

Utilizzando questi layer è stata costruita la mappa della probabilità di nuova edificazione. Successivamente nella carta di copertura del suolo del 2020 costruita per il secondo scenario è stato fatto il Clip nell'area di passaggio da urbanizzato discontinuo a continuo. Quest'area è formata dall'unione del layer del nuovo CBD e dal buffer di 1680 m dell'urbanizzato continuo consolidato. Sono stati calcolati 50.477 pixel di urbanizzato discontinuo che diventeranno continui, i quali corrispondono ad una popolazione di 248.811 nuovi abitanti. I rimanenti 1.050.189 saranno distribuiti su 162.066 pixel di urbanizzato discontinuo. I pixel totali di nuova urbanizzazione nell'intervallo temporale 2020-2030 per il terzo scenario sono 212.533. Sono state calcolate le statistiche della mappa della probabilità di nuova edificazione e sono stati scelti tutti i pixel con valore maggiore o uguale a 272. Successivamente è stata costruita la carta della copertura del suolo per il 2030 secondo il terzo scenario.

#### 4.10 Riepilogo dei passaggi di esecuzione del modello (work-flow)

Il seguente procedimento deve essere realizzato per ogni intervallo temporale di ogni scenario realizzato:

##### Fase I: Preparazione dei dati

- 1) Importazione in ArcMap 10 della carta della copertura del suolo di Temeke del primo anno dell'intervallo temporale considerato, il dato è in formato raster
- 2) Importazione in ArcMap 10 del layer vettoriale dei confini amministrativi della municipalità di Temeke
- 3) Creazione dei layer vettoriali dei driver dell'urbanizzazione mediante ArcMap 10

##### Fase II: Creazione delle mappe dei driver di urbanizzazione e relative aree di influenza

- 4) Utilizzo dello strumento "Multiple Ring Buffer" sui layer creati al 3) per l'individuazione delle aree d'influenza impostando 60.000 m come raggio dell'ultimo buffer

- 5) Utilizzo dello strumento “Clip” sui layer vettoriali creato al 4), impostando il layer dei confini di Temeke come area di ritaglio
- 6) Aggiunta della nuova colonna di attributi “Weight” ai layer creati al 5)
- 7) Assegnazione del relativo peso ad ogni area d’influenza nella colonna “Weight”
- 8) Utilizzo dello strumento “Polygon to raster” per la trasformazione dei layer vettoriali creati al 5) in raster, impostando l’attributo “Weight” come valore dei pixel, definendo 30 m come estensione del pixel, imponendo la sovrapposizione delle celle con la carta della copertura del suolo di Temeke importata al 1); creazione dei buffer delle aree d’influenza
- 9) Creazione dei layer vettoriali delle aree di vincolo all’urbanizzazione mediante ArcMap 10
- 10) Utilizzo dello strumento “Polygon to raster” per la trasformazione dei layer vettoriali creati al 9) in raster, definendo 30 m come estensione del pixel, imponendo la sovrapposizione delle celle con la carta della copertura del suolo di Temeke importata al 1)
- 11) Utilizzo dello strumento “Reclassify” sui dati raster creati al 10), assegnando valore 0 alle aree interne di vincolo e 1 alle aree esterne; creazione dei vincoli

### Fase III: creazione della mappa della probabilità di nuova edificazione

- 12) Utilizzo dello strumento “Buffer” sul buffer del layer vettoriale delle aree di urbanizzato continuo consolidato creato nel 3), l’estensione del buffer dipende dall’intervallo temporale considerato secondo la relazione: “500 m ogni 3 anni”.
- 13) Utilizzo dello strumento “Polygon to raster” sul layer vettoriale ottenuto al 12), definendo 30 m come estensione del pixel, imponendo la sovrapposizione delle celle con la carta della copertura del suolo di Temeke importata al 1)
- 14) Utilizzo dello strumento “Reclassify” sul dato raster ottenuto al 13) assegnando valore 1 a tutti i pixel interni e valore 0 a tutti quelli esterni
- 15) Utilizzo dello strumento “Raster Calculator”, esecuzione della somma del raster realizzato al 14) moltiplicato per 10 con la carta di copertura del suolo di Temeke importata al 1)
- 16) Utilizzo dello strumento “Reclassify” sul dato raster ottenuto al 15) con la seguente tabella di conversione dei valori dei pixel; creazione del vincolo principale

Vecchi valori	Nuovi valori
2 - 3	0
4	1
5 - 6	0
7	1
8	0
12 - 13	0
14	1
15	0
16 - 17	1
18	0
NoData	0

17) Utilizzo dello strumento “Raster Calculator”, esecuzione della somma di tutti i buffer delle aree d’influenza e successivamente del prodotto con tutti i vincoli e il vincolo principale

18) Utilizzo dello strumento “Reclassify” sul dato raster costruito al 17), assegnazione del valore 0 di tutti i pixel con valore negativo; creazione della mapa della probabilità di nuova edificazione

#### Fase IV: Calcolo delle aree di nuova edificazione al tempo T1

19) Importazione dal New Masterplan del dato di input di popolazione su Dar es Salaam per l’intervallo di tempo considerato e lo moltiplico per 0,31 o 0,4 o 0,5 in base allo step e allo scenario considerato

20) Utilizzo dello strumento “Clip raster” sulla carta della copertura del suolo di Temeke importata al 1), impostando il layer ottenuto al 12) come area di ritaglio

21) Utilizzo dello strumento “Zonal Statistics” sul dato raster ottenuto al 20)

22) Dalle statistiche ricavate al 20) estrarre il numero di pixel di urbanizzato discontinuo (valore 6)

23) Moltiplicare il valore estratto per 4,95 (differenza tra la densità abitativa dell’urbanizzato continuo e quella dell’urbanizzato discontinuo in abitanti/pixel)

24) Sottrarre il valore ottenuto al 23) a quello calcolato al 18)

25) Dividere il valore ottenuto al 24) per 6,48 (densità abitativa dell’urbanizzato discontinuo in abitanti/pixel)

26) Sommare i valori ricavati al 25) e al 22) ottenendo i pixel totali di nuova urbanizzazione

#### Fase V: Creazione della nuova carta della copertura del suolo al tempo T1

- 27) Utilizzo dello strumento “Zonal Statistics” sulla mappa della probabilità di nuova edificazione
- 28) Dalle statistiche calcolate al 27) esportare in Excel le colonne relative alle classi di valori dei pixel e al numero di pixel per ogni classe, quindi sommare le caselle del numero di pixel per ogni classe partendo dai valori più alti e andando in senso decrescente; prendere un numero di caselle tale da fare in modo che la somma di tutti i pixel sia il più vicino possibile al valore ottenuto al 26)
- 29) Utilizzo dello strumento “Reclassify” sulla mappa della probabilità di nuova edificazione, assegnando valore 1 alle classi di pixel individuate al passaggio 27) e valore 0 a tutti gli altri pixel
- 30) Utilizzo dello strumento “Raster Calculator”, esecuzione della somma del raster ottenuto al 29) moltiplicato per 10 e della carta della copertura del suolo di Temeke importata al 1)
- 31) Utilizzo dello strumento “Reclassify” sul raster ottenuto al 30) con la seguente tabella di conversione dei valori dei pixel:

Vecchi valori	Nuovi valori
14	6
16	5
17	6

Creazione della nuova carta della copertura del suolo per la fine dell’intervallo temporale considerato

## 5. Analisi dei risultati

In questo capitolo sono riportati i risultati della calibrazione e dell'applicazione del modello ai tre scenari. I parametri necessari alla loro costruzione sono stati modificati diverse volte e sono state fatte varie prove fino a che i risultati ottenuti non fossero stati accettabili. In particolare la calibrazione del modello nell'intervallo di tempo 2002-2011 è stata effettuata per verificare che i parametri utilizzati nei successivi scenari fossero attendibili.

### 5.1 Calibrazione

Mediante le operazioni di calibrazione del modello precedentemente descritte è stata costruita la carta della copertura del suolo per il 2011 a partire da quella del 2002. È stato perciò possibile eseguire un confronto per il 2011 tra il dato calcolato attraverso il modello e quello ricavato da immagini Landsat. Nelle due seguenti immagini sono rappresentate, a sinistra, il risultato ottenuto dall'applicazione del modello alla carta del 2002, mentre a destra la carta della copertura del suolo del 2011.

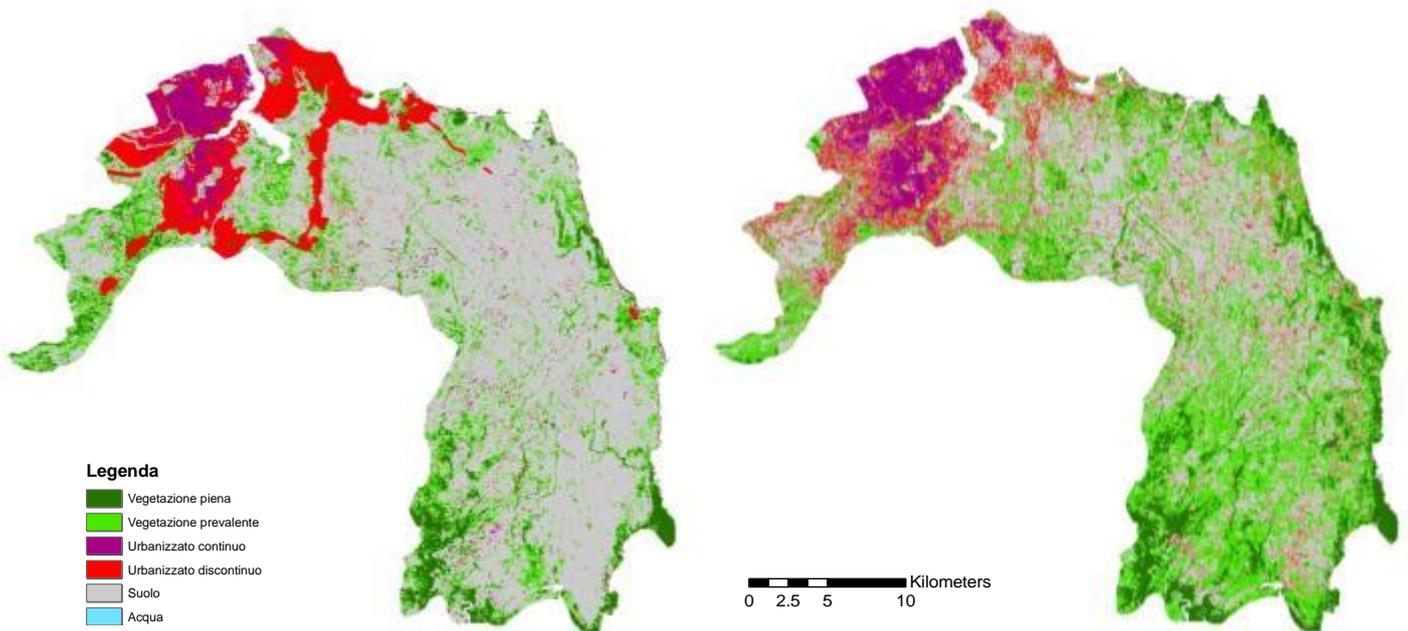


Figura 62: Risultato della applicazione del modello (a sinistra) e carta copertura del suolo del 2011 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania (a destra)

Dalla semplice osservazione delle due carte messe a confronto, risulta subito evidente la differenza di stagionalità per quanto riguarda l'acquisizione delle immagini Landsat da cui sono state estratte le carte della copertura del suolo. Infatti la carta del 2011 presenta una considerevole quantità di pixel di "vegetazione prevalente" rispetto all'altra carta estratta applicando il modello al dato del 2002. Questo accade perché a Dar es Salaam c'è un clima di tipo tropicale caratterizzato dall'alternanza di stagioni delle piogge e stagioni secche. Vista la notevole quantità di pioggia delle stagioni umide, la vegetazione in quei periodi subisce una rapida crescita e la situazione spesso risulta diversa anche a distanza di pochi mesi. Perciò nel valutare la bontà del dato ottenuto è stato scelto di considerare unicamente i pixel di urbanizzato. Inoltre non è stata fatta distinzione tra urbanizzato continuo e discontinuo ma è stato preso il dato totale.

Tramite ArcMap 10 è stato possibile estrarre unicamente i pixel di urbanizzato sia per quanto riguarda la carta del 2011 ricavata da immagini Landsat, sia per quella costruita applicando il modello alla carta del 2002. È risultato che nella prima sono presenti 129.650 pixel di urbanizzato mentre nella seconda 128.592, con una differenza tra i due dati pari all'1%. Questo risultato è molto buono e rende noto che il coefficiente di popolazione utilizzato per Temeke rispetto al dato totale su Dar es Salaam è abbastanza attendibile.

Successivamente è stato verificato in che misura i pixel di urbanizzato coincidessero perfettamente nelle due carte della copertura del suolo. Ciò è verificato per 69.354 pixel, ossia il 53,9% del totale. Questo dato apparentemente non sembra molto positivo, tuttavia può essere considerato accettabile se si considera che la localizzazione dei pixel di urbanizzato nella carta derivata dal modello è comunque concentrata nelle stesse aree in cui prevale la presenza di urbanizzato nella carta derivata da immagini Landsat.

Tuttavia bisogna tenere conto che le aree di urbanizzato disperso rilevate attraverso immagini Landsat risultano piuttosto instabili nel tempo. A Temeke infatti è presente in maniera evidente il fenomeno della rinaturalizzazione. Sono riscontrabili, sparse per tutto il territorio, numerose abitazioni sprovviste di tetto e abbandonate. Questo avviene perché spesso della nuova popolazione si è stanziata in un lotto libero ma troppo isolato dagli altri insediamenti per poter provvedere alla propria sussistenza. Per questo molte abitazioni sparse ogni anno vengono abbandonate e la vegetazione in pochi anni ricopre la porzione di terreno che era stata precedentemente urbanizzata. Questo fenomeno,

oltre che essere stato riscontrato sul posto, è particolarmente evidente dalla visione delle carte della copertura del suolo realizzate negli ultimi dieci anni nell'ambito del progetto ACC DAR. Sono presenti moltissimi pixel di urbanizzato che a distanza di pochi anni risultano trasformati in vegetazione.

In conclusione, si rileva che il modello utilizzato presenta dei limiti in quanto sfrutta delle aree d'influenza discrete e spesso abbastanza estese a cui attribuisce uniformemente un peso. Ne consegue che la nuova urbanizzazione tende ad essere molto concentrata a differenza della carta derivata da immagini Landsat in cui l'urbanizzato risulta più disperso. Per questo motivo sarebbe estremamente difficile avere una sovrapposizione dei pixel sostanzialmente maggiore di quella ottenuta. Le carte di copertura del suolo derivate dal modello vanno quindi considerate attendibili per quanto riguarda l'identificazione delle aree dove l'urbanizzato tenderà a concentrarsi mentre la dimensione delle aree di concentrazione del nuovo urbanizzato è da ritenersi sovrastimata.

## 5.2 Primo scenario: “Do nothing”

Il primo scenario (scenario do-nothing) rappresenta quella che potrebbe essere l'evoluzione urbana di Temeke nel caso in cui nessuno dei progetti in corso d'opera o programmati venga mai effettivamente realizzato. Questa è la situazione tipica di città in cui gli strumenti di pianificazione dell'amministrazione pubblica sono molto deboli e gli interventi sul territorio molto limitati.

### 5.2.1 Scenario della copertura del suolo 2015

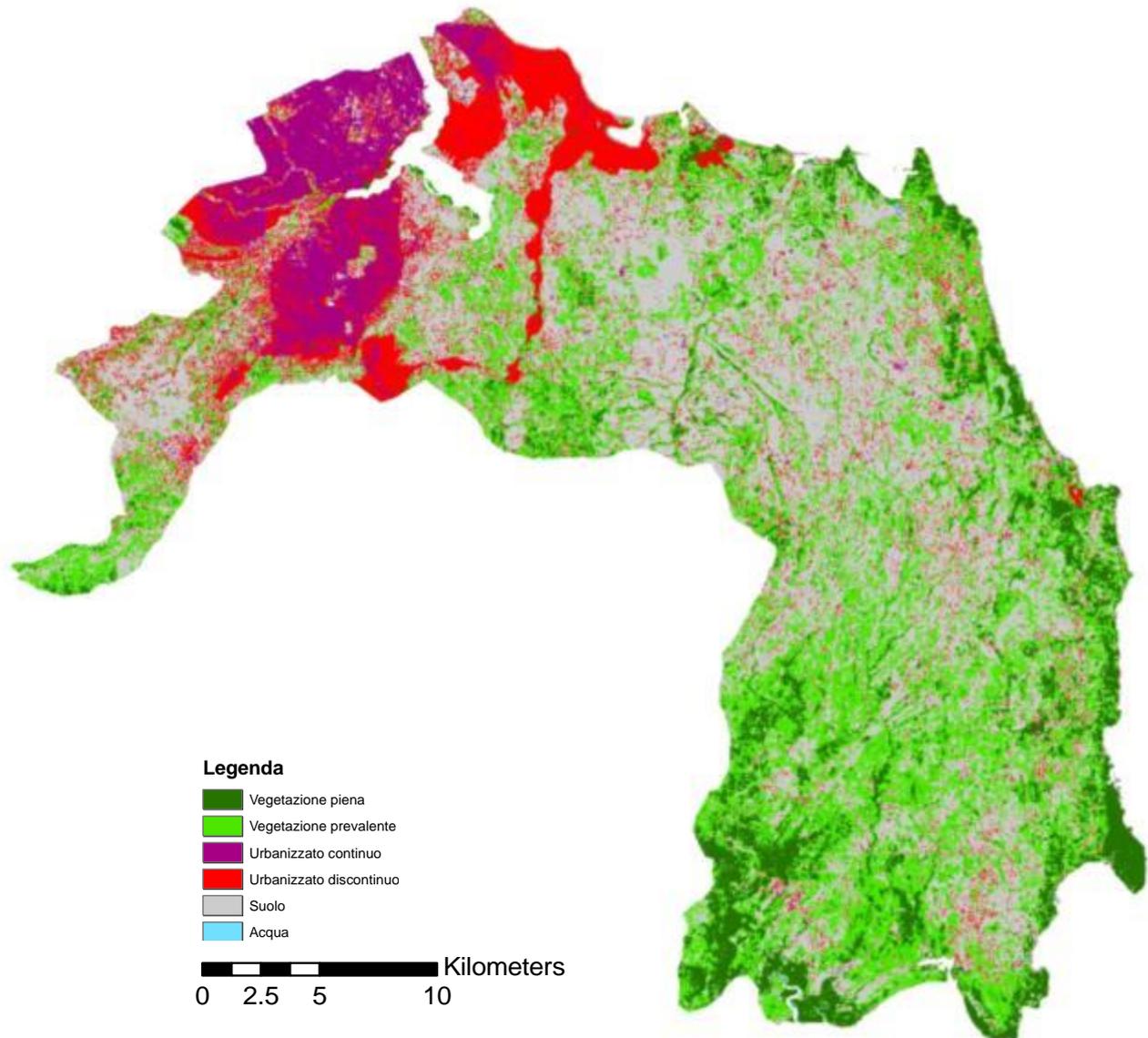


Figura 63: Carta della copertura del suolo al 2015 della municipalità Temeke, per il primo scenario

In quest'immagine è raffigurata la carta della copertura del suolo della municipalità di Temeke calcolata a partire dal dato Landsat del 2011. I risultati ricavati sono abbastanza verosimili. Lo scenario prevede un forte sviluppo urbano nelle aree in prossimità del Ferry di Kigamboni, in particolare lungo la costa dove è presente la strada asfaltata.

È prevista anche un'espansione urbana lungo la via asfaltata che aggira la grande insenatura naturale del porto e intorno all'area di urbanizzato continuo consolidato.

### 5.2.2 Scenario della copertura del suolo 2020

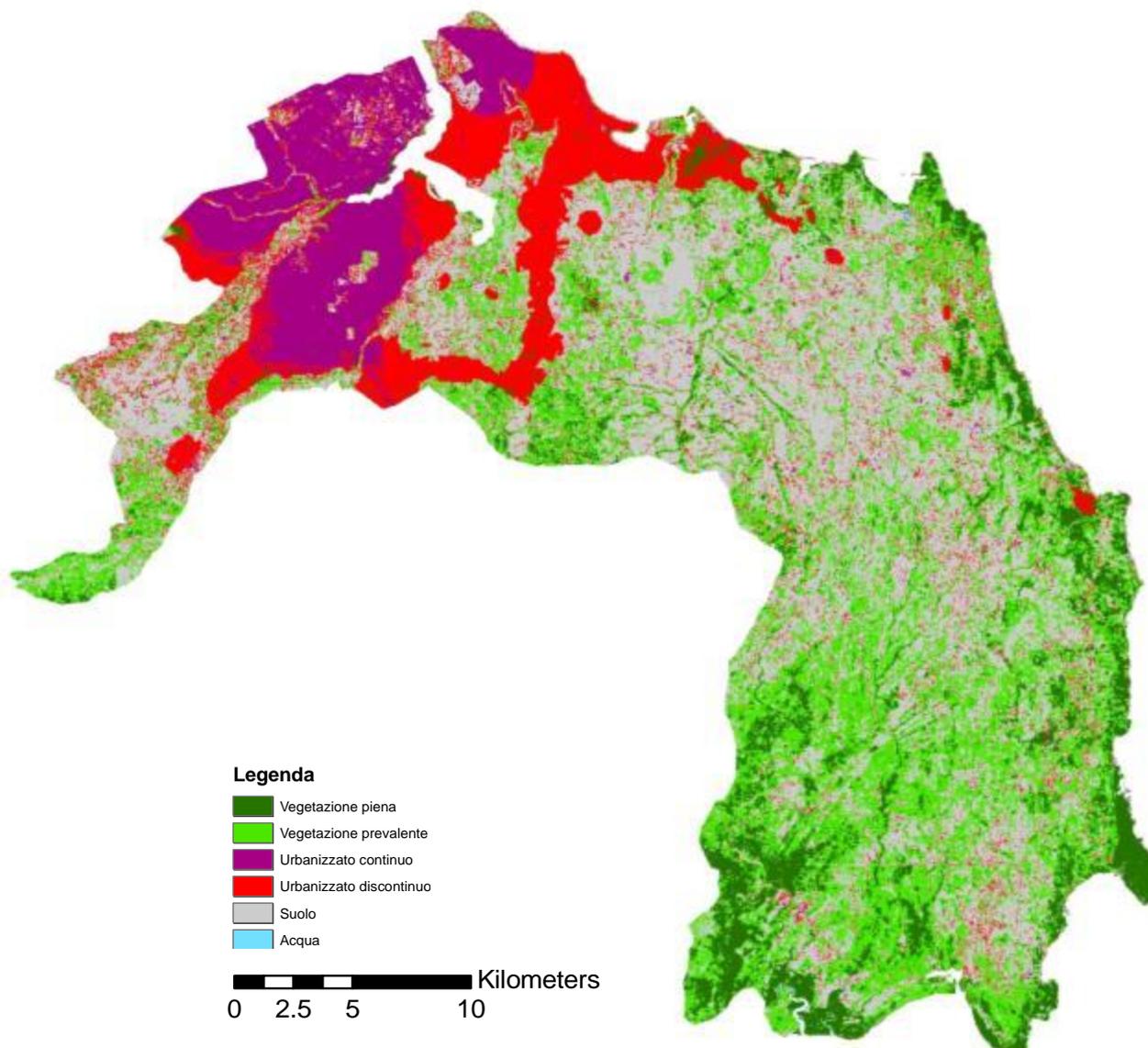


Figura 64: Carta della copertura del suolo del 2020 della municipalità Temeke per il primo scenario

Nella carta del 2020 del primo scenario è riscontrabile un forte incremento del processo già avviato nel primo intervallo temporale. È prevista una grande espansione dell'area dell'urbanizzato continuo e di quella circostante. Un nuovo sviluppo urbano occupa le aree in prossimità dell'insenatura e un altro procederà verso Sud-Est. Lo scenario

prevede un'espansione anche di alcuni insediamenti urbani localizzati nella fascia più vicina al Ferry di Kigamboni. È intensificato il fenomeno riscontrato nel primo intervallo temporale, ossia il forte sviluppo di insediamenti lungo la strada asfaltata che aggira l'insenatura.

### 5.2.3 Scenario della copertura del suolo 2030

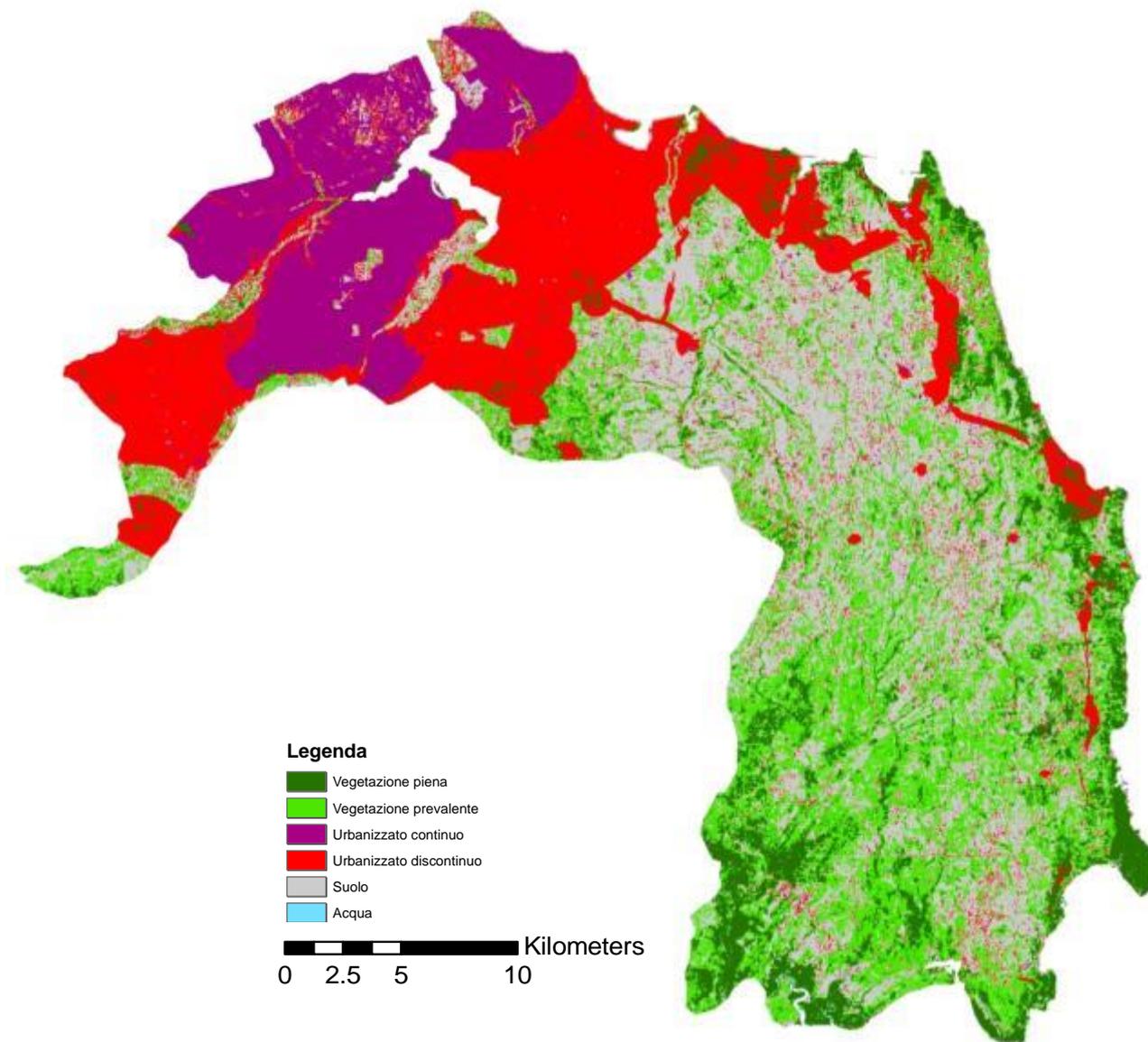


Figura 65: Carta della copertura del suolo del 2030 della municipalità Temeke per il primo scenario

Lo scenario per il 2030 prevede trasformazioni che porterebbero grandi cambiamenti in buona parte del territorio di Temeke. L'urbanizzato si espande radialmente intorno al porto in maniera molto intensa lasciando decisamente poche aree libere. Un forte sviluppo si ha in direzione Sud-Ovest e lungo la linea di costa anche oltre il limite in cui la strada asfaltata diventa sterrata. La nuova edificazione si concentra soprattutto in

prossimità delle aree turistiche e degli insediamenti già esistenti. Si espandono anche alcuni villaggi delle aree interne di Temeke.

#### 5.2.4 Riepilogo primo scenario

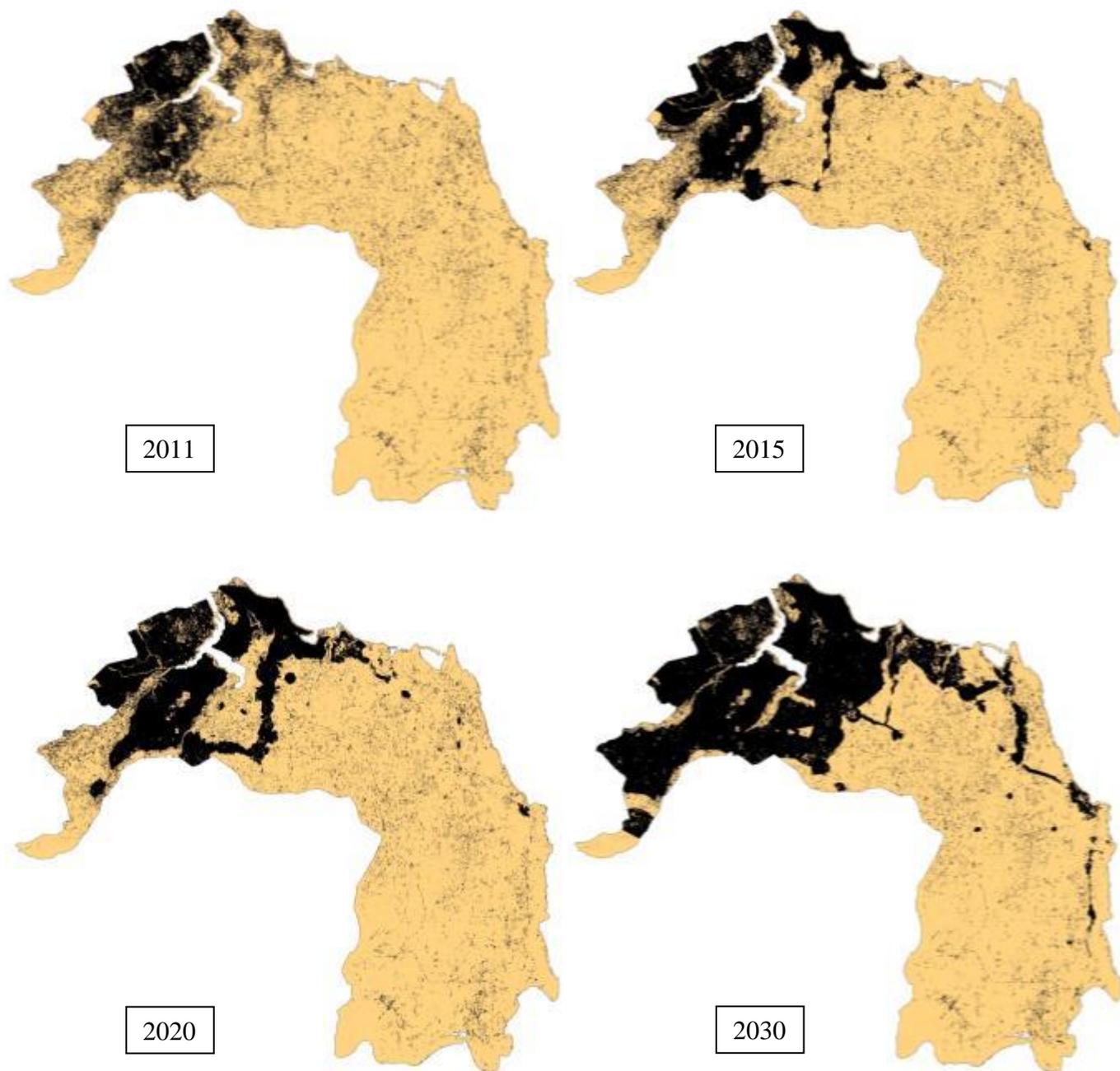


Figura 66: Primo scenario di consumo di suolo dal 2011 al 2030 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

### 5.3 Secondo scenario: “Implement already decided projects”

Il secondo scenario di uso del suolo rappresenta la possibile configurazione urbana nel momento in cui vengano realizzati esclusivamente i progetti già in corso d’opera. Questo è forse lo scenario più probabile, poiché tutti i progetti solamente approvati è molto difficile che saranno realizzati nei tempi previsti.

#### 5.3.1 Scenario della copertura del suolo 2020

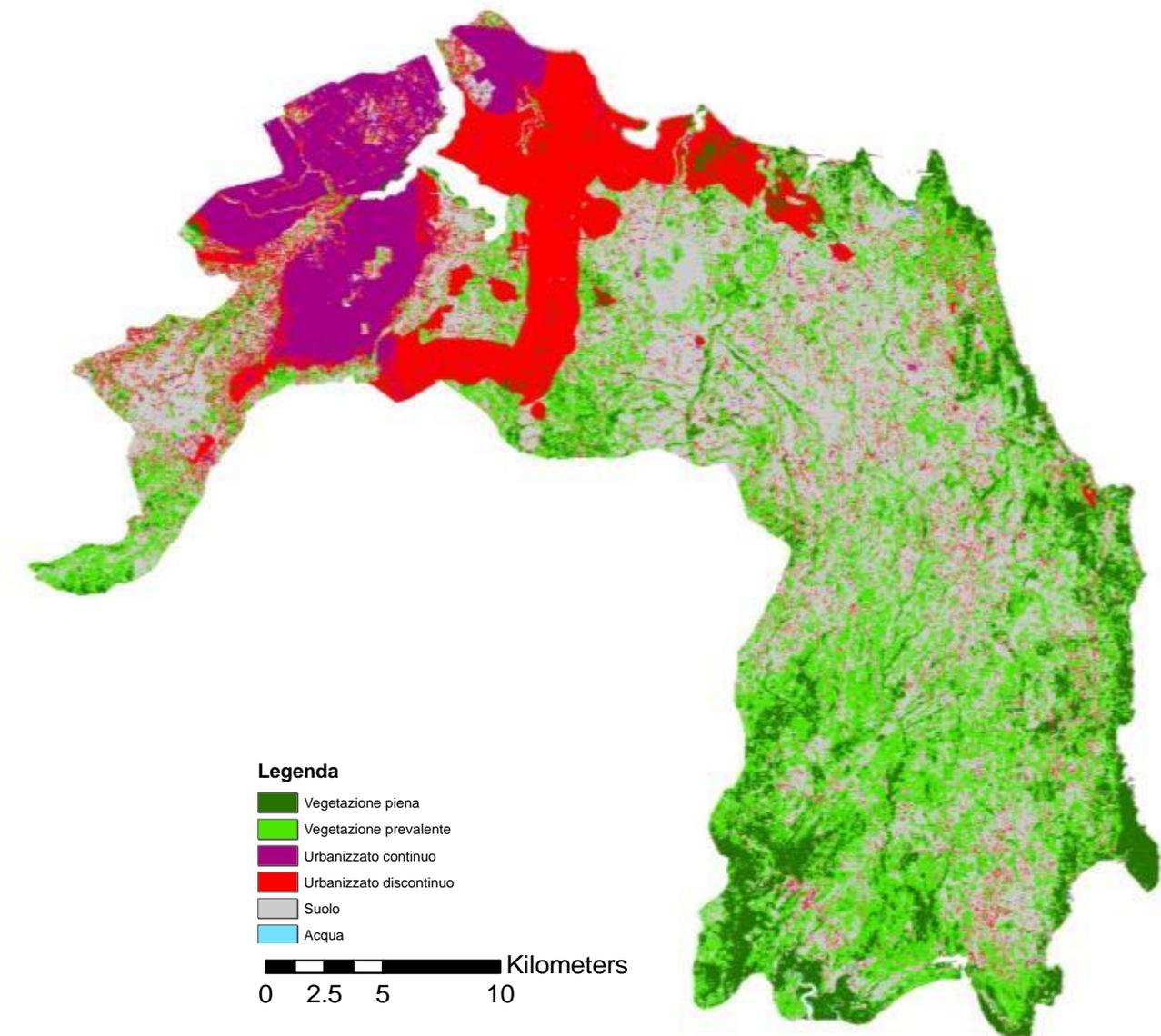


Figura 67: Carta della copertura del suolo del 2020 della municipalità Temeke per il secondo scenario

La configurazione urbana rappresentata in questo secondo scenario è molto simile a quella del primo. La differenza sostanziale sta nell'apertura del Mzinga Creek bridge, il quale farà aumentare il valore e l'appetibilità delle aree di Kigamboni. Infatti nel primo scenario gran parte delle nuove edificazioni si concentrano in prossimità delle aree urbanizzate continue adiacenti alla Kilwa road. In questa nuova configurazione la maggior parte di quegli insediamenti si localizzano lungo la strada asfaltata che aggira l'insenatura e nelle zone adiacenti a Kigamboni. Questo accade perché quelle aree ottengono un accesso quasi diretto al CBD, mentre nella situazione precedente sono praticamente isolate e hanno nel Ferry l'unico collegamento con il centro della città.

### 5.3.2 Scenario della copertura del suolo 2030

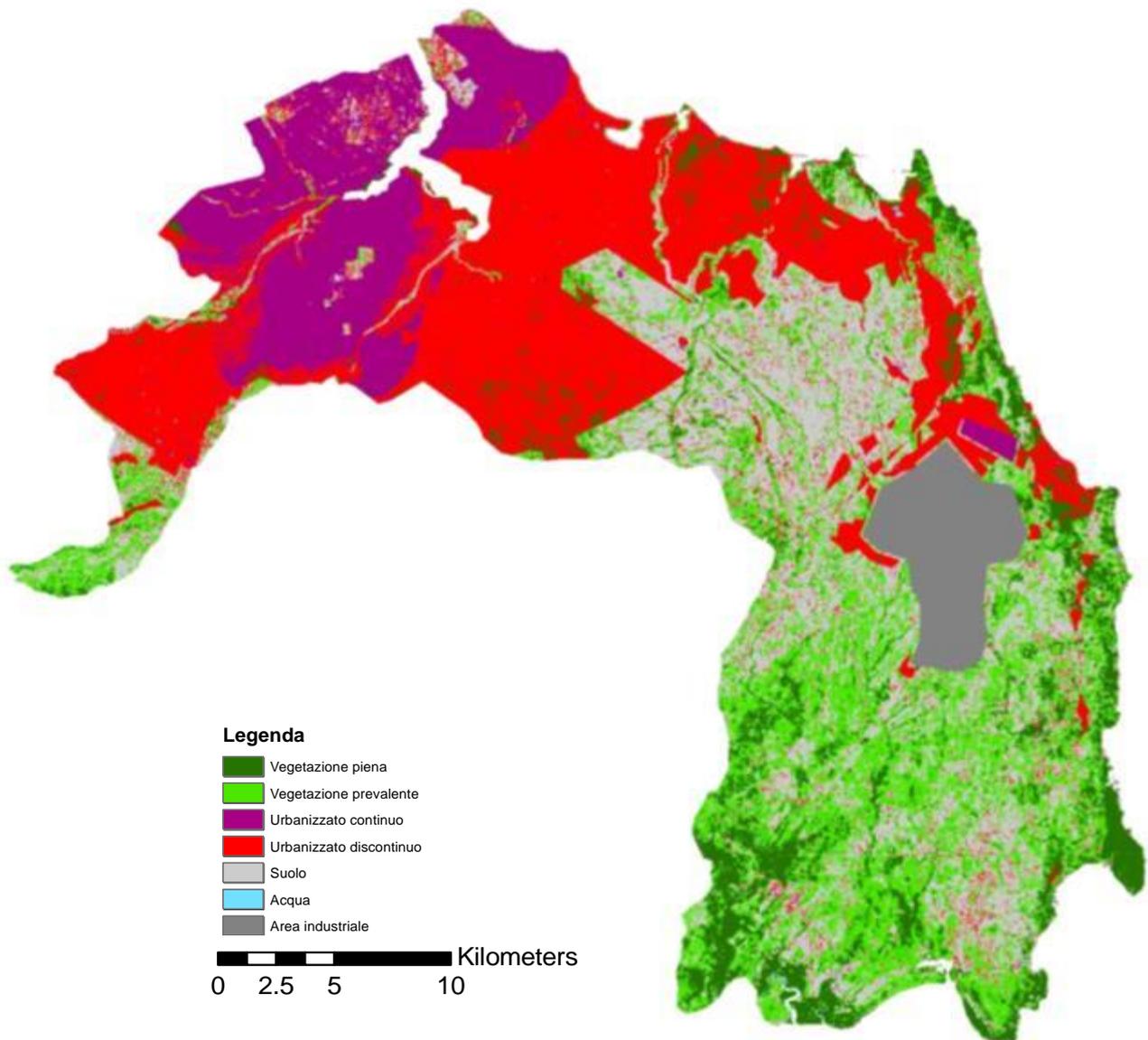


Figura 68: Carta della copertura del suolo del 2030 della municipalità Temeke per il secondo scenario

Questo scenario prevede per il 2030 una configurazione leggermente diversa dal primo. È prevista comunque una forte espansione radiale intorno alle aree continue consolidate, più grande della situazione precedente a causa dell'aumento delle migrazioni ipotizzato. Inoltre la presenza della grande area industriale e commerciale, localizzata nella parte meridionale della municipalità, rafforza i vicini insediamenti urbani già presenti e ne fa sorgere di nuovi. Questa configurazione potrebbe compromettere la forte naturalità delle

zone meridionali di Temeke a causa soprattutto delle notevoli dimensioni dell'area industriale. In questo scenario la strada che scende lungo la costa rimane per buona parte non asfaltata, rendendo abbastanza difficili i collegamenti con il centro della città. Per questo motivo le nuove edificazioni intorno alla zona industriale rimangono abbastanza contenute. Se si dovessero potenziare i collegamenti stradali, ciò porterebbe alla nascita di un'area urbana molto più estesa e con impatti ambientali molto significativi. Questa situazione sarà messa in evidenza dal prossimo scenario.

### 5.3.3 Riepilogo secondo scenario

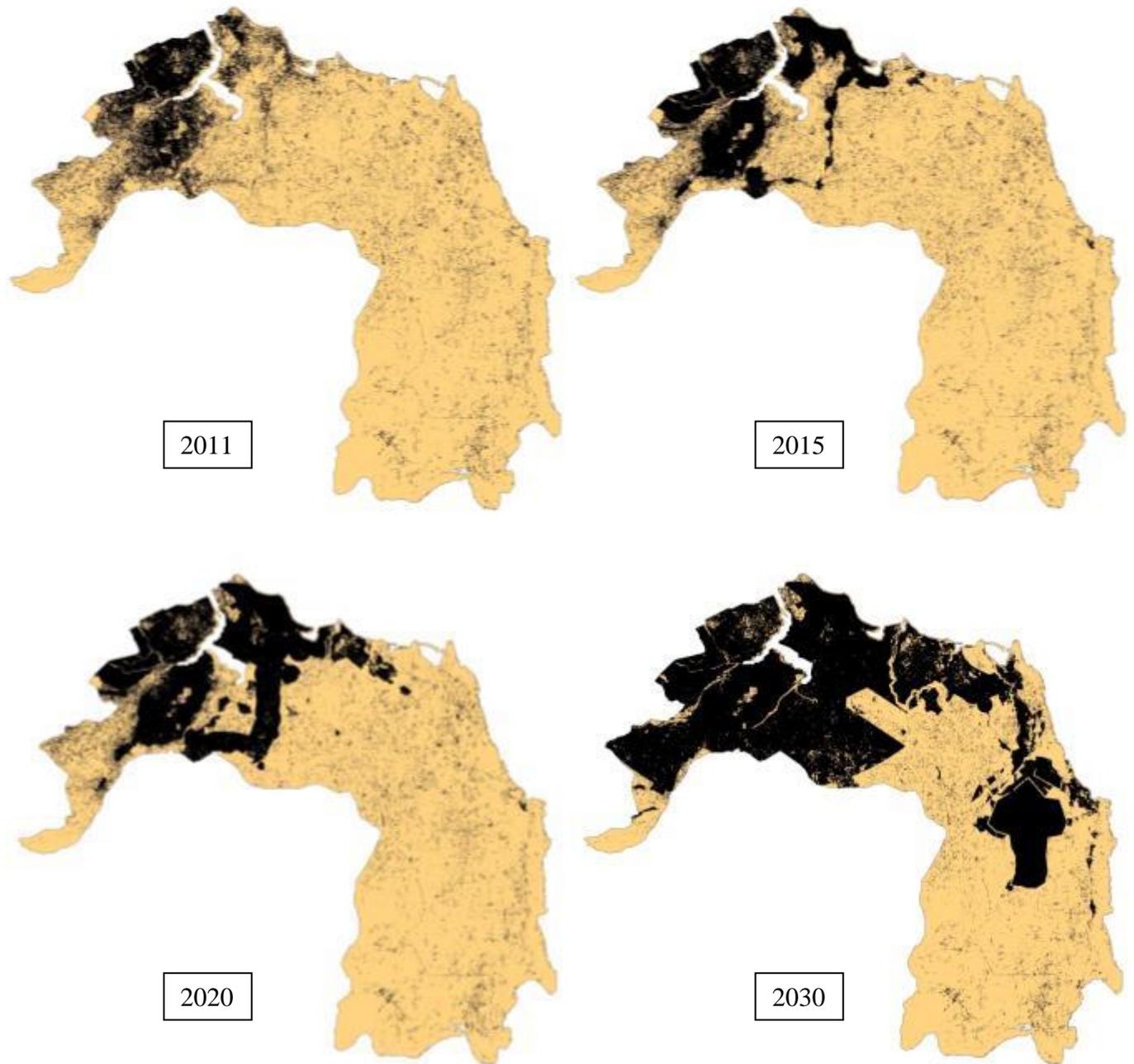


Figura 69: Secondo scenario di consumo di suolo dal 2011 al 2030 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

## 5.4 Terzo scenario: “Implement the new Master Plan 2012-32”

Nel terzo scenario si ipotizza che tutti i progetti approvati saranno realizzati nei tempi previsti. Questa configurazione è abbastanza improbabile, tuttavia potrebbe rivelarsi plausibile nel caso in cui ci fossero forti investimenti stranieri che velocizzassero lo sviluppo urbano di Dar es Salaam.

### 5.4.1 Scenario di uso del suolo 2030

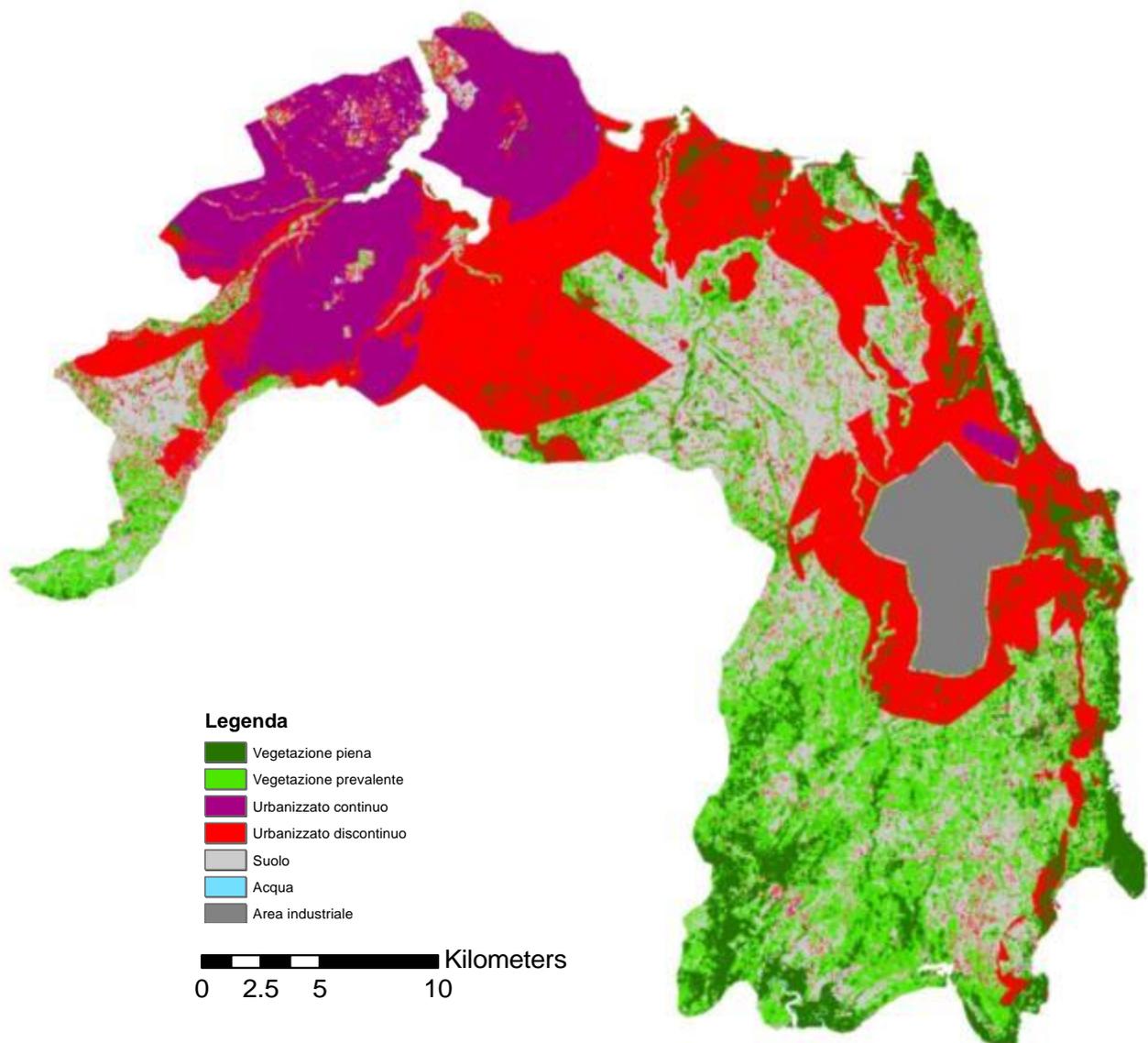


Figura 70: Carta dell'uso del suolo del 2030 della municipalità Temeke, Dare es Salaam, Tanzania, per il terzo scenario

Per quanto riguarda l'espansione urbana delle aree prossime all'urbanizzato continuo, questo scenario è abbastanza simile al secondo. Ci sarà un'espansione dell'urbanizzazione continua nell'area di Kigamboni a causa dell'attuazione del Kigamboni New City project, il che porterà anche a un forte sviluppo di nuove edificazioni lungo la strada asfaltata che scende lungo la costa. In questo modo si creerà una nuova direttrice principale dell'espansione urbana simile alla Kilwa road. Lo sviluppo di nuove edificazioni lungo questa strada arriverà, anche se in minor misura, alle aree più meridionali di Temeke, dove saranno localizzate nuove attrezzature turistiche.

Tuttavia l'elemento più rilevante di questo scenario è la concentrazione di un grandissimo numero di insediamenti in prossimità della grande area industriale. Si tratta quasi di una nuova città industriale indipendente da Dar es Salaam. Questo tipo di configurazione urbana causerebbe seri problemi ambientali. Poiché in quell'area sono presenti numerosi fiumi, essi riceverebbero gli scarichi di tutte le attività industriali. Inoltre la loro foce si trova in zone che il piano regolatore vorrebbe destinate allo sviluppo turistico, ma in questo modo si otterrebbe un forte inquinamento delle acque costiere di quelle aree.

C'è inoltre il serio rischio di contaminazione della falda superficiale, il quale rappresenterebbe un grave problema in quanto la maggioranza della popolazione usa pozzi poco profondi per accedere all'acqua.

### 5.4.2 Riepilogo terzo scenario

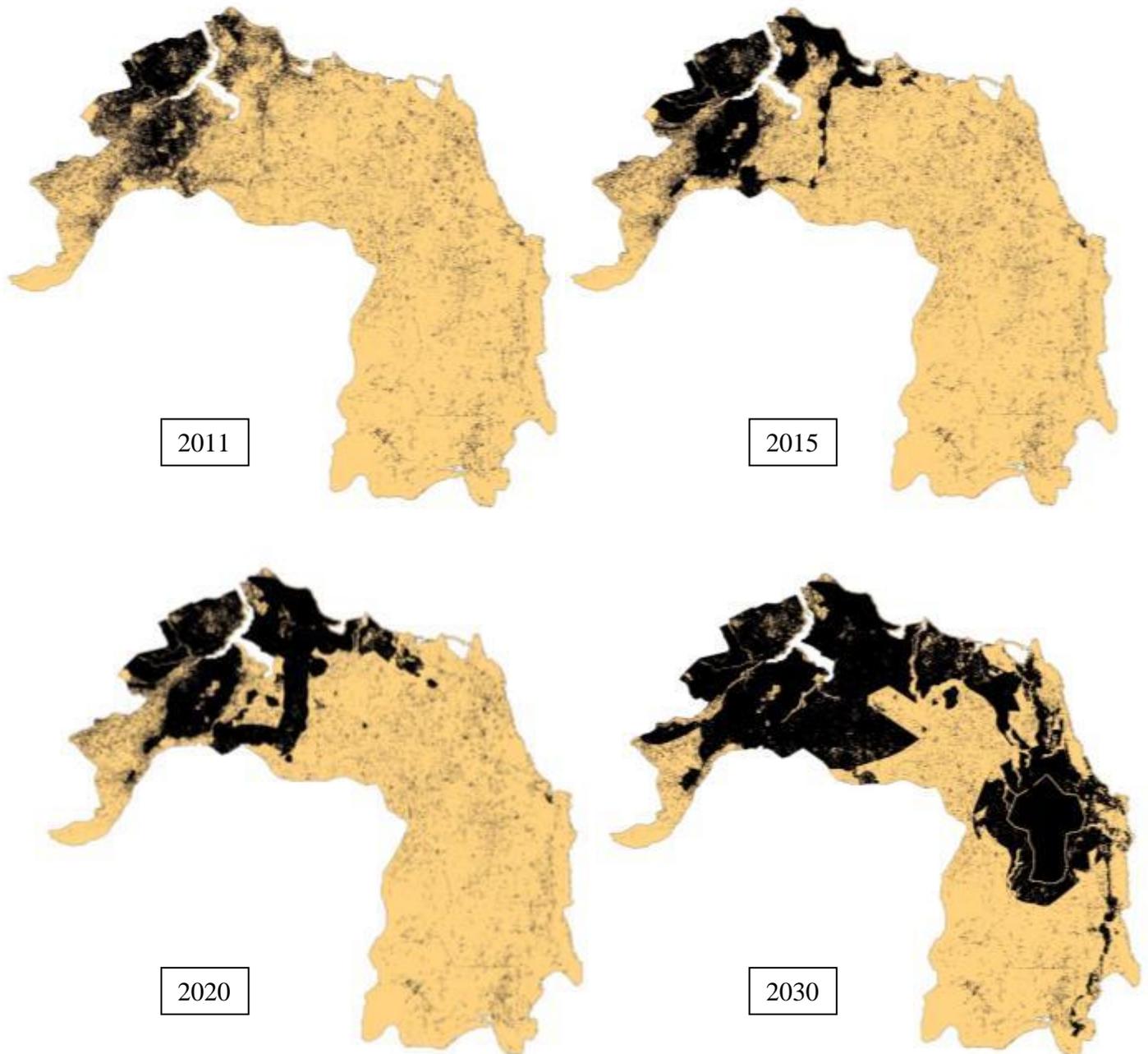


Figura 71: Secondo scenario di consumo di suolo dal 2011 al 2030 della municipalità di Temeke, Dar es Salaam, Tanzania

## 5.5 Considerazioni finali

Gli scenari costruiti mediante l'ausilio del modello descritto non rappresentano assolutamente l'evoluzione reale della città, ma danno solo l'idea della direzione che prenderà lo sviluppo urbano sotto determinate ipotesi. La scelta dei driver dell'urbanizzazione è un fattore fondamentale, il fatto di considerarne uno piuttosto che un altro oppure variarne il peso condiziona fortemente il risultato che sarà ottenuto. L'obiettivo del lavoro svolto non è tanto ottenere la carta della copertura del suolo che definisca in dettaglio ogni pixel di urbanizzato che sarà edificato ogni anno, quanto costruire un modello abbastanza semplice che sia applicabile alle grandi città dell'Africa sub-sahariana per poter prevedere la direzione dello sviluppo urbano sotto l'influenza di determinati driver. La scelta dei fattori e dei relativi pesi è stata arbitraria e frutto di prove e ragionamenti personali basati sulla letteratura e le interviste svolte sul campo. Lo stesso modello può essere applicato allo stesso caso di studio utilizzando driver e pesi differenti ed ottenendo risultati non necessariamente uguali. Perciò la cosa fondamentale è definire quali sono le ipotesi sotto cui si lavora, poiché la bontà del risultato ottenuto dipende dalla loro verosimiglianza e non tanto dal modello in sé.

La creazione di scenari di questo tipo potrebbe servire alle amministrazioni pubbliche locali come supporto decisionale per valutare le conseguenze di progetti di sviluppo oppure per prevedere dove dovranno essere realizzati servizi e infrastrutture. In particolare in questi contesti dell'Africa sub-sahariana dove i fondi pubblici sono molto limitati, risulta fondamentale conoscere quale sarà la direzione dell'espansione urbana sia per poterla indirizzare verso configurazioni più sostenibili, sia per avere maggiore possibilità che i soldi investiti in servizi e infrastrutture portino a reali benefici.

Per quanto riguarda l'applicazione del modello al caso di studio appena svolta, risulta subito evidente come una crescita urbana di questo tipo sia praticamente insostenibile per un'amministrazione pubblica, a maggior ragione se si tratta di un contesto urbano con scarse risorse economiche. Infatti la velocità con cui sorgono nuove edificazioni ogni anno è tale che risulta quasi impossibile fornire la popolazione delle infrastrutture primarie per rendere quelle nuove aree vivibili. L'incremento continuo dei flussi migratori può essere diminuito solo mediante politiche a livello nazionale di rafforzamento degli altri centri urbani della Tanzania in modo da indebolire il primato

di Dar es Salaam. È comunque vero che la grande crescita della popolazione di Dar es Salaam è in parte dovuta alla crescita naturale, il cui contributo ogni anno diventa sempre più rilevante. Per questo motivo il dato di popolazione utilizzato negli scenari risulta altamente probabile e in ogni caso la pubblica amministrazione di Dar es Salaam si troverà di fronte a livelli di crescita urbana simili a questo.

L'utilità delle carte della copertura del suolo ottenute sta nel poter valutare le conseguenze delle diverse politiche a livello locale poiché porteranno a configurazioni urbane estremamente differenti. L'attuazione del Kigamboni New City project creerà una nuova città con caratteristiche simili a quella presente dall'altro lato dell'insenatura e con la quale diventerà un tutt'uno con l'apertura dei diversi ponti. Si creerà un tessuto urbano continuo e consolidato, con la presenza di edifici ad alta intensità come nel CBD. Sorgerà inoltre una direttrice stradale di sviluppo urbano della città come già successo lungo la costa Nord con la Bagamoyo road.

Per rendere sostenibile una configurazione urbana di questo tipo è necessario dimensionare efficientemente le nuove infrastrutture stradali per accogliere i maggiori flussi di traffico e attuare forti investimenti nel settore del trasporto pubblico. Ovviamente per attuare opere di questo livello servono elevate risorse economiche che possono provenire unicamente da fondi esteri. Perciò questa situazione è soggetta ad una forte incertezza.

Per quanto riguarda la grande area industriale che sarà localizzata nell'area meridionale di Temeke, come precedentemente scritto, essa potrebbe causare numerosi problemi di carattere ambientale. L'amministrazione pubblica l'ha scelta per localizzare una serie di interventi di società straniere interessate a investire sul territorio. Tuttavia si tratta di un'area che supera i 25 km<sup>2</sup> di estensione e dal forte impatto. Sarebbe opportuno ridurre le dimensioni e spostare la destinazione d'uso di area industriale in altre zone della città. Infatti una delocalizzazione delle attività economiche si sposa con le proposte del piano di creazione di centralità urbane sparse per il territorio di Dar es Salaam per alleggerire le aree più colpite dal traffico e dalla forte urbanizzazione.

## 6. Conclusioni

In questo lavoro sono stati costruiti tre scenari di consumo di suolo nell'area peri-urbana di Temeke, una municipalità di Dar es Salaam, utilizzando come modello un'analisi multicriteria supportata dal software ArcGIS 10. Gli scenari ottenuti sono abbastanza verosimili, prevedono un'espansione incontrollata della città che difficilmente potrà essere contenuta.

Dall'analisi dei risultati rispetto al dato raster d'ingresso, appare subito evidente come il modello tenda a concentrare i pixel di nuova urbanizzazione per fasce discrete e perda i fenomeni di dispersione. Questa imperfezione può essere migliorata applicando aree di influenza molto più strette ma in numero maggiore. Ciò produrrebbe risultati sicuramente più precisi ma comporterebbe tempi di calcolo più lunghi. Perciò una correzione di questo tipo non sarebbe troppo conveniente in quanto uno degli scopi del lavoro svolto è la creazione di un modello che possa essere utilizzato anche dalle amministrazioni locali. Vista la rapida espansione delle città dell'Africa sub-sahariana, questo tipo di strumenti potrebbe essere utile nell'attuazione delle politiche urbane. Uno scenario di consumo di suolo permette di valutare le conseguenze a cui possono portare determinate decisioni, in modo da poter scegliere quella più adatta allo scopo prefissato. Inoltre è molto importante conoscere la direzione dello sviluppo urbano affinché le pubbliche amministrazioni possano dimensionare adeguatamente le infrastrutture necessarie a rendere vivibili le aree dei nuovi insediamenti.

Questa metodologia però è applicabile esclusivamente in contesti dove gli strumenti di pianificazione urbana sono molto deboli e le nuove edificazioni sorgono quasi esclusivamente in maniera spontanea. Non si potrebbe proporre questo modello in casi di studio come le città europee, poiché i fattori da considerare sarebbero di tutt'altra natura. Tuttavia in questi contesti potrebbe servire come strumento che renda visibile l'evoluzione di una città a livello di consumo di suolo se lasciata in balia degli interessi privati e senza un controllo pubblico dei processi urbani.

Come descritto nei precedenti capitoli, questo modello presenta diversi limiti da un punto di vista metodologico. Innanzitutto è molto dipendente dalle ipotesi che si fanno, ossia dai driver selezionati, dall'ampiezza delle aree d'influenza e dai pesi utilizzati. Questi fattori sono stati scelti sulla base di ragionamenti personali e della letteratura,

tuttavia potrebbero essere modificati, anche sostanzialmente, se il modello fosse applicato in un altro contesto urbano oppure se si scegliesse di utilizzare criteri differenti.

Il vantaggio principale di questo modello sta nell'essere molto semplice e facile da applicare anche per amministrazioni pubbliche con scarse disponibilità economiche come quelle africane, poiché le capacità di calcolo richieste sono estremamente modeste. I driver dello sviluppo urbano, le aree d'influenza e i pesi utilizzati possono essere modificati ma è importante definire quali siano le ipotesi sotto cui si lavora e in base alle quali si ottengono determinati risultati. Nel caso in cui le capacità di calcolo dei processori non fossero un problema, si potrebbero utilizzare carte della copertura del suolo dalla risoluzione geometrica più elevata e costruire scenari più precisi. Lavorando con risoluzioni migliori sarebbe possibile utilizzare una sola classe di urbanizzazione, senza distinguere tra continuo e discontinuo. Ciò semplificherebbe fortemente la metodologia in quanto non ci sarebbe bisogno di inserire ipotesi riguardo il passaggio da un tipo di urbanizzazione all'altro.

I passaggi svolti con ArcMap 10 nell'esecuzione del modello sono i medesimi per ogni intervallo temporale e per ogni scenario, solo i layer inseriti cambiano ad ogni passaggio. Perciò il modello può essere facilmente migliorato rendendo il processo semi-automatico, sempre sfruttando gli strumenti interni di ArcGIS 10. Questa fase di perfezionamento della metodologia sarà il prossimo sviluppo del modello.

## Bibliografia

Abebe F. K., 2011. *Modelling Informal Settlement Growth in Dar es Salaam, Tanzania*. University of Twente Faculty of Geo-Information and Earth Observation, Enschede, The Netherlands.

Abiodun J. O., 1997. *The challenges of growth and development in metropolitan Lagos*. In: Carole Rakodi (ed.) *The urban challenge in Africa: growth and management of its large cities*, United Nations University Press, Tokyo, Japan, pp. 192-222.

Basteck T., Hill A., Hühner T., Kreibich V., Lindner C., Scholz W., 2006. *Megacities Dar es Salaam*, Universität Dortmund Faculty of Spatial Planning, Germany.

Benenson, I., Torrens P. M., 2005. *A minimal prototype for integrating GIS and geographic automata systems*. CRC Press, Boca Raton, London, New York.

Blečić I., 2012. *Costruzione degli scenari per la pianificazione*, F. Angeli, Milano, Italia.

Bradfield R., Wright G., Burt G., Cairns G., Van Der Heijden K., 2005. *The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning*, *Futures* 37(8), pp.795-812.

Congedo L., Munafò M., 2012. *Development of a Methodology for Land Cover Classification Validation*, Working Paper del progetto ACCDAR, Sapienza Università di Roma, Italia.

Congedo L., Munafò M., Macchi S., 2013. *Investigating the Relationship between Land Cover and Vulnerability to Climate Change in Dar es Salaam*, Working Paper del progetto ACCDAR, Sapienza Università di Roma, Italia.

CPCS Transcom International Limited, 2009. *East African Railways Master Plan Study*, Final Report.

<http://www.eac.int/infrastructure>

Dodi Moss, Buro Happold, Afri Arch, Q-Consult, 2013a. *Dar es Salaam Masterplan 2012-2032 – Main Report*. Final Draft. Non pubblicato.

Dodi Moss, Buro Happold, Afri Arch, Q-Consult, 2013b. *Dar es Salaam Masterplan 2012-2032 - Technical Supplements*. Final Draft. Non pubblicato.

Earth System Science Co., Japan Techno Co., Oriental Consultants Co., 2012. *The study on water resources management and development in Wami/Ruvu Basin in the United Republic of Tanzania*, Progress Report (2).

Faldi, G., 2012. Scenario planning: storia, approcci ed esempi. Corso di Pianificazione Territoriale (Docente: Silvia Macchi), Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, Sapienza Università di Roma.

Faldi, G., 2013. L'analisi di scenario per l'adattamento al cambiamento climatico: definire un progetto di sostenibilità per la città sub-Sahariana. Atti della XVI Conferenza Nazionale SIU "Urbanistica per una Diversa Crescita", Napoli, 9-10 Maggio 2013. *Planum. The Journal of Urbanism*, no. 27, vol. II, Atelier 10, pp. 133-140.

Hill A., Lindner C., 2010. *Modelling informal urban growth under rapid urbanisation*, Universität Dortmund Faculty of Spatial Planning, Dortmund, Germany.

Lupala A., 2002. *Peri-urban Land Management for Rapid Urbanisation. The case of Dar es Salaam*, Universität Dortmund Faculty of Spatial Planning, Dortmund, Germany.

Lupala J. M., 2002. *Urban Types in Rapidly Urbanising Cities, Analysis of Formal and Informal settlements in Dar es Salaam, Tanzania*, Kungliga Tekniska Högskolan, Department of Infrastructure and Planning, Stockholm, Sweden.

Mietzner D., Reger G., 2005. *Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight*, *International Journal of Technology Intelligence and Planning* 1(2), pp. 220-239.

Muzzini E., Lindeboom W., 2008. *The Urban Transition in Tanzania*, The International Bank for Reconstruction and Development /The World Bank, Washington, U.S.A..

National Bureau of Statistics, 2011. *Tanzania Demographic and Health Survey 2010*, Dar es Salaam, United Republic of Tanzania.

[http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR243/FR243\[24June2011\].pdf](http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR243/FR243[24June2011].pdf)

National Bureau of Statistics, 2011. *Tanzania in Figures 2010*, Dar es Salaam, United Republic of Tanzania.

[http://nbs.go.tz/takwimu/references/Tanzania in Figures2010.pdf](http://nbs.go.tz/takwimu/references/Tanzania_in_Figures2010.pdf)

National Bureau of Statistics, Ministry of Finance, Dar es Salaam; Office of Chief Government Statistician President's Office, Finance, Economy and Development Planning Zanzibar; 2013. *Population Distribution by Age and Sex*, Dar es Salaam, United Republic of Tanzania.

[http://www.nbs.go.tz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=409:population-distribution-by-age-and-sex-report-phc-2012&catid=57:censuses&Itemid=122](http://www.nbs.go.tz/index.php?option=com_content&view=article&id=409:population-distribution-by-age-and-sex-report-phc-2012&catid=57:censuses&Itemid=122)

Nyeko M., 2012. *GIS and Multi-Criteria Decision Analysis for Land Use Resource Planning*, Journal of Geographic Information System. Vol. 4(4), pp. 341-348

Patassini D. (a cura di) ,2012. *Esplosione Urbana in Africa*, Urban Press, Padova

Raskin P. D., Kemp-Benedict E., 2004. *Global Environment Outlook Scenario Framework*, UNEP, Boston, U.S.A..

Ricci L., 2011. *Reinterpretare la città sub-sahariana attraverso il concetto di "capacità di adattamento"*, Tesi di dottorato in tecnica urbanistica, Sapienza Università di Roma, Italia.

Ricci L., Demurtas P., Macchi S., Cerbara L., 2012. *Investigating the livelihoods of the population dependent on natural resources and their concerns regarding climate change*, Working Paper del progetto ACCDAR, Sapienza Università di Roma, Italia.

Šliužas R. V., 2004. *Managing Informal Settlements, A Study Using Geo-Information in Dar es Salaam, Tanzania*, Utrecht University Faculty of Geosciences, Enschede, The Netherlands.

Soltani S. R., Monavari S. M., 2011. *Urban land use management, based on GIS and multicriteria assessment (Case Study: Tehran Province, Iran)*, Tehran, Iran.

Torrens P. M., O'Sullivan D., 2001. *Editorial: Cellular automata and urban simulation: Where do we go from here?*, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 28, p163-168

UN Habitat, 2010. *The State of African Cities 2010*, Routledge, New York, U.S.A..

UN Habitat, 2010. *Citywide Action Plan for Upgrading Unplanned and Unserviced Settlements in Dar es Salaam*, Nairobi, Kenya.

UN Habitat, 2013. *State of World's Cities 2012/2013*, Nairobi Kenya.

Van Notten P. W. F., Rotmans J., Van Asselt M. B. A., Rothman D. S., 2003. *An updated scenario typology*. Futures 35, International Centre for Integrative Studies, Maastricht, The Netherlands.

Vincent O. O., 2009, *Exploring spatial growth pattern of informal settlements through agent-based simulation*, Utrecht University, Delft University of Technology, Wageningen University, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.

[http://www.mscgima.nl/uploads/theses/modelling/Msc\\_GIMA\\_2009\\_Odunuga\\_Olaniyi.pdf](http://www.mscgima.nl/uploads/theses/modelling/Msc_GIMA_2009_Odunuga_Olaniyi.pdf)