

Tarea 3 — Distribución

San Carlos de Apoquindo, 2012, 2024

En esta tarea se le pide que reconstruya matrices OD simplificadas de los viajes de San Carlos de Apoquindo en hora punta de la mañana y en un día laboral normal, basándose en la EOD2012, en estimaciones como las de las tareas 1 y 2 para el presente, y los modelos gravitacionales que se especifica, escogiendo el modelo que más se adecúe.

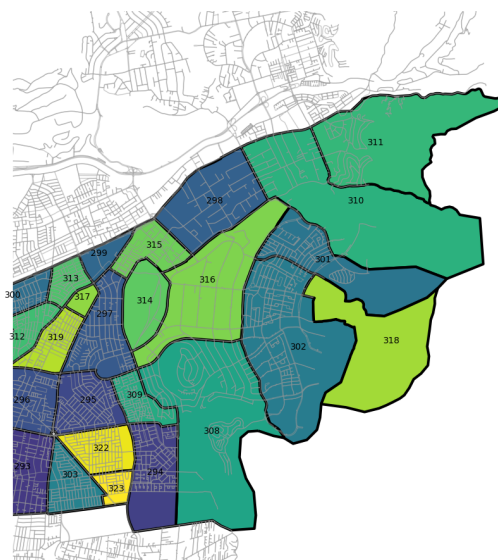


Figura 1: Plano de San Carlos de Apoquindo en el contexto de Las Condes, y zonificación según la EOD2012.

Concretamente, se le entregará (en este enunciado y en un archivo de Excel adjunto):

1. La matriz O–D de 2012, en la tabla 1.
2. Los respectivos vectores O_{2012} y D_{2012} , en la misma tabla.
3. Unos nuevos vectores O_{2024} y D_{2024} estimados*.
4. La matriz de costos, como distancia de viaje promedio, en kilómetros, para cada par O–D posible, en la tabla 2**. Nótese que se definió cuatro zonas externas, y que los

*La estimación no fue hecha profesionalmente, pero se considerará correcta para esta tarea.

**Esta definición de costos tampoco fue hecha profesionalmente, pero de igual forma se considerará correcta.

viajes entre ellas no son de interés para este análisis. Por ello se define para dichos pares un costo infinito, de manera que no se generen viajes (en su tarea, utilice un valor suficientemente alto).

5. El archivo `furness.py` que implementa el método de Furness en Python.

La Tarea

En esta tarea se busca calibrar (optimizar) un modelo de distribución que explique lo mejor posible la matriz O–D real, para aplicarlo a la construcción de una matriz O–D actualizada. Para lo primero deberá construir nuevas matrices O–D *comparándolas* a la original.

Concretamente, con los datos antes mencionados como insumo, se le pide lo siguiente:

1. Construya una nueva matriz OD a partir de los vectores O_i y D_j , la matriz de costos y el modelo gravitacional:

$$\hat{T}_{ij} = \alpha O_{i,2012} D_{j,2012} c_{ij}^k e^{-\beta c_{ij}} \quad (1)$$

usando para β un valor obtenido según se explica más abajo, buscando un valor adecuado para α , y eligiendo inicialmente $k = 1$.

Obtención de β : $0,2 + 0,0 * **$, donde los $*$ se reemplazan por los últimos tres dígitos del RUT de alguno de los integrantes del grupo (sin contar el dígito verificador).

Por ejemplo, si su RUT es 12.345.678-5, deberá usar $\beta = 0,2678$.

2. Notará que al sumar filas o columnas de la matriz construida en la pregunta 1, los \hat{O}_i y \hat{D}_j resultantes no coinciden con los reales. Hágalos coincidir, mediante el método de Furness *biproporcional* (si le sirve, puede usar el código adjunto).
3. Calcule el error cuadrático medio (MSE) de la matriz obtenida respecto a la matriz original.
4. Ahora utilice distintos valores de k , repitiendo el proceso de los pasos 1–3 hasta encontrar k el que minimice el MSE (k con tres decimales). Lógicamente, la matriz con $k = 1$ será peor que esta nueva matriz en términos de similitud con la matriz real.
5. Con el k obtenido (calibrado), usando el mismo β y modelo gravitacional especificado en (1), y los vectores actualizados O_{2024} y D_{2024} , genere una nueva matriz gravitacional y ajústela a la nueva generación y atracción mediante *Furness*.
6. Discuta: a) ¿Qué elementos de la matriz calculada con k ‘óptimo’ son los que más difieren antes y después de aplicar el método de Furness? b) ¿A qué cree que se deba esto? c) ¿Qué elementos de la matriz real difieren más respecto de la matriz final y por qué? d) ¿Qué otras limitaciones tiene esta forma de modelar la distribución? e) ¿Qué cree que podría diferir entre la matriz modelada para 2024 y la realidad?

Zonificación

Siguiendo la EOD, San Carlos de Apoquindo se divide en las zonas:

- 301: San Francisco de Asís/UDD
- 302: Resto de Av. San Ramón, Av. San Carlos de Apoquindo, Av. La Plaza
- 308: Carlos Peña Otaegui, El Remanso, Cerro Apoquindo (sur de Gral. Blanche)
- 314: Cerro Calán hasta Camino El Algarrobo
- 316: Desde Camino El Algarrobo hasta Av. Fco. Bulnes Correa
- 318: Estadio

Nótese que en la EOD 2012 se observa una prácticamente nula generación de viajes por parte del Estadio, y la zona del cerro Calán posiblemente esté subrepresentada.

Además, se definió las zonas externas:

- E1: Vitacura, Huechuraba, Estoril (zona 298)
- E2: Lo Barnechea, San Damián (310), Quinchamalí (311)
- E3: Resto de Las Condes y comunas Oriente/Sur Oriente
- E4: Resto de Santiago y exterior.

Especificaciones Adicionales

- Trabajo entre dos personas como máximo.
- Entrega antes del miércoles 25 de septiembre a las 21:00 hrs. por la página del curso en Canvas.
- Formato: Informe breve (hasta 6 páginas incluyendo tablas y figuras) en formato de artículo científico y en .pdf. Asegúrese de incluir una introducción con motivación y contexto, las consideraciones metodológicas y resultados intermedios relevantes, la discusión, y las referencias que haya. El nombre de archivo debe empezar por “Tarea 3” e incluir los apellidos del (los) autor(es). Ej.:
Tarea 3 Prat Chacon-Condell de la Haza.pdf.
- No olvide responder las preguntas planteadas más arriba como parte del texto de la discusión.

Código para el método de Furness

La siguiente función implementa el método de Furness y espera los parámetros:

- \mathbf{t} : la matriz \mathbf{t} en forma de lista de listas.
- \mathbf{O} : el vector \vec{O} en forma de lista.
- \mathbf{D} : el vector \vec{D} en forma de lista.

Además, recibe los siguientes parámetros opcionales:

- **tol**: el método se detendrá si la diferencia entre los O_i y sus respectivas estimaciones \hat{O}_i es menor a **tol** expresado como fracción de cada coeficiente. Si no se da, se asume 0,000001.
- **maxit**: el método se detendrá si ejecutó esta cantidad de iteraciones. Si no se da, hace 1000 iteraciones como máximo.

Como queda sugerido, la función requiere que esté instalada la librería `numpy` para funcionar correctamente.

```
import numpy as np

def furness(t,0,D,tol=1e-6,maxit=1000):
    k=len(0)
    0=np.array(0)[: ,np.newaxis].astype(float)
    D=np.array(D).astype(float)
    t=np.array(t)
    ai=np.ones((k,1))
    bj=np.ones((1,k))

    iters=0
    while iters<maxit and np.max(abs(t.sum(1)/
        0.transpose()-np.ones((1,k))))>tol:
        ai=0/(t.sum(1)[: ,np.newaxis])
        t=t*np.dot(ai,np.ones((1,k)))
        bj=D/t.sum(0)
        t=t*np.dot(np.ones((k,1)),bj[np.newaxis,:])
        iters+=1
    return t
```

Datos

Zona O\D	301	302	308	314	316	318	E1	E2	E3	E4	$O_{i,2012}$
301		284					811	98	121	645	1960
302		845			171		1622	836	1029	1663	6166
308			107						1563	3480	5150
314								25			25
316		1202				108	193		529	338	2371
318											1
E1	709	369	39	126	37	107	—	—	—	—	1387
E2		894		25	97	—	—	—	—	—	1016
E3	714	3514	1457	1208	728	529	—	—	—	—	8150
E4	821	3671	1886	949	344	650	—	—	—	—	8322
$D_{j,2012}$	2245	10780	3488	2307	1377	1395	2626	959	3243	6126	34546

Tabla 1: Matriz OD del área de estudio, según la EOD2012. Los números fueron aproximados a enteros, por lo que las sumas podrían no ser exactas.

	301	302	308	314	316	318	E1	E2	E3	E4
301	0.5	1.85	1.53	3.11	2.22	0.77	9.71	5.15	8.85	16.01
302	1.85	1.31	2.69	2.22	1.56	1.32	9.23	6.13	7.39	14.78
308	1.53	2.69	1.25	1.81	1.81	2.31	9.02	6.74	6.05	13.56
314	3.11	2.22	1.81	0.65	1.25	2.95	7.04	5.55	6.8	13.12
316	2.22	1.56	1.81	1.25	0.99	2.18	7.74	5.18	7.43	14.04
318	0.77	1.32	2.31	2.95	2.18	0.50	9.78	5.97	9.01	15.82
E1	9.71	9.23	9.02	7.04	7.74	9.78	∞	∞	∞	∞
E2	5.15	6.13	6.74	5.55	5.18	5.97	∞	∞	∞	∞
E3	8.85	7.39	6.05	6.8	7.43	9.01	∞	∞	∞	∞
E4	16.01	14.78	13.56	13.12	14.04	15.82	∞	∞	∞	∞

Tabla 2: Matriz de distancia aproximada en km

Zona	301	302	308	314	316	318	E1	E2	E3	E4
O_{2024}	7737	15089	6632	2308	4425	2784	2464	899	3042	5746
D_{2024}	1744	5736	4995	20	2301	1	3191	2337	15240	15561

Tabla 3: Generación y atracción modeladas para 2024