**AMBIENTE TESIS**

VUE esquema documento tesis

VUE diagramas de flujo

VUE Flujo cáncer: "G:\Mi unidad\Proyecto Doctoral\Esquemas\Flujo cáncer.vue"

Zotero

Focus

Firefox

Whiteboard con algoritmos

Spyder 3

StarUML

Inkscape Esquemas\_tesis

Texmaker

QA2Do

Word Criterios AOCE.docx

Excel

El código tiene dos partes fundamentales:

1. Problemas mono\_objetivo

2. Problemas multi\_objetivo

Espacio de búsqueda para metaheurística

En Gendrau 2010 p. 42, explican muy bien la diferencia entre espacio de búsqueda y estructura de vecindario (operadores). Mi espacio de búsqueda está **definido** por la asignación de servidores a los nodos de servicio (los flujos son hallados por PL). De allí se desprenden los operadores o estructuras de vecindario que he usado.

Debería exportar también:

Landscape: Me dice cuántas soluciones factibles se evaluaron. Tengo que incluir landscape en network.file para que al generar salida\_medicion, quede dentro de la información exportada.

También deseo explorar el fitness landscape. El libro de Talbi tiene indicadores de distribución de locales en el espacio de búsqueda, entropía, distribución en el espacio objetivo, longitud de caminos, función de autocorrelación, correlación de la distancia de fitness. Las medidas que se proponen pueden ser calculadas tomando cada solución como un nodo de la red. Un arco existe si hay una permutación que lleva de una solución a otra. Puedo usar NetworkX para explorar el Landscape como un grafo con medidas de distribución y correlación.

Sobre el modelo

A tener en cuenta:

La relación entre sigma\_max y los s\_jk es muy importante.

Si sigma\_max es más grande que la suma de los s\_jk significa que tengo más servidores que capacidad. Esto da lugar a que se llenen los nodos de servicio y el problema alcanza su solución fácilmente.

Si sigma\_max es menor a la suma de los s\_jk, significa que tengo menos servidores que capacidad. Ahí el problema se complejiza porque debo tomar decisiones de dónde asignar.

Un cuello de botella se forma cuando un lambda es mayor a s\_jk y el nodo se congestiona con un rho mayor a 1. En ese caso, el problema es infactible. En tal caso habría que aumentar las capacidades de los nodos de servicio.

Para una sola heurística.

Estudio de las medidas de desempeño:

Hay estas medidas:

1. Q: Calidad de la solución - Desviación porcentual óptimo(%)

2. E: Esfuerzo computacional relativo - Tiempo por nodo (s/nodo)

3. R: Robustez del algoritmo - Variabilidad de desviación porcentual (%)

4. F: Frecuencia de veces que se alcanzó el óptimo. (Veces)

Gráficas:

Q vs K vs Operador (Calidad por profundidad)

Q vs J vs Operador (Calidad por amplitud)

Q vs I\*J\*K vs Operador (Calidad por tamaño de instancia)

Q vs J/K vs Operador (Calidad por razón de aspecto)

E vs K vs Operador (Esfuerzo por profundidad)

E vs J vs Operador (Esfuerzo por amplitud)

E vs IJK vs Operador (Esfuerzo por tamaño de instancia)

E vs J/K vs Operador (Esfuerzo por razón de aspecto)

R \_ K

R \_ J

R \_ IJK

R \_ Operador

Mostrar la trayectoria de las soluciones. Un gráfico de F.O. vs tiempo que vaya descendiendo.

| Fecha | Palabra clave | Tarea / Avance |
| --- | --- | --- |
| 20240804 | Optimización exacta  Redes grandes  Np hard | Terminé la ejecución de optimización para instancias grandes. Los resultados están en 20240626 Experimento Optima. Puedo llevarlos a una tabla para saber los óptimos de las redes, los tiempos de ejecución y la cantidad de nodos de cada red. Podría adicionar los resultados de las redes pequeñas que están en 20240626 Experimento Optima Bloque baja dimensionalidad.  En las conclusiones de esta sección no hay que demostrar que el problema demora bastante tiempo, sino que es np HARD. Ser np-hard no depende de la función objetivo sino del espacio de búsqueda. Encontré artículos que demuestran que el FLP, el NDP y FLNDP son np-completo. |
| 20240804 | Capítulo 5  Metaheurísticas | Recomendaciones de Gustavo:  Tengo que describir el uso de algoritmos de búsqueda local con énfasis en FLP y NDP. También con AOC.  - Ahmadi Javid. p. 234  - Location Science in Healthcare Chapter 21  - Radman y Esghi  - Reuniones director p. 80-84  - Revisión de 52 artículos sobre accesibilidad y congestión  Entregable: https://drive.google.com/open?id=1MrfX2m45z\_9gomk872yak9GNOQ8KE\_jx&authuser=eduartef%40unal.edu.co&usp=drive\_fs  - Revisión de literatura presentada en la tabla 2-1 de la tesis  - Otros artículos en Zotero  Análisis de solución por metaheurística usando VNS únicamente. No incluir tabú, local search.  Trabajar en la mejora del VNS para que encuentre siempre la solución óptima. |
| 20240804 | Revisión de literatura  Elicit | Revisión de literatura con apoyo IA: How To Write An Exceptional Literature Review With AI [NEXT LEVEL Tactics] (<https://www.youtube.com/watch?v=wz8lg_3j3Ok>)  Pedir a Chat GPT una estructura del capítulo.  Cada sección de la estructura es llevada como una pregunta a elicit.com  Elicit presenta artículos relevantes. Escojo los más recientes y con mejor afinidad a lo que quiero (reviso abstract). Si hago el chat with papers en Elicit algunas preguntas pueden ser:  Compare and contrast the papers  What are the common themes across the papers  Los ubico en connected papers y busco artículos derivados.  Guardo sus pdf en Zotero  Construyo un colección de PDF docanalyzer.ai  Para cada sección de la estructura creo un label que me servirá para hacer un chat con la ai y me generará los párrafos que puedo corregir, referenciar y mejorar para llevar a Texmaker |
| 20240804 | Metaheurística VNS  Parámetros | Parametrización del algoritmo:  Solución inicial:  Criterio de costo en fase de optimización: El parámetro $d\_{ijkj'k'}$ corresponde al costo unitario de referencia que es adaptado según el objetivo que se quiera alcanzar.  Objetivo Congestión:  \_distancia = df\_dist\_ij.loc[(df\_dist\_ij['nombre\_I'] == \_l["nombre\_I"]) & (df\_dist\_ij['nombre\_J'] == \_m[:3]), 'dist\_IJ'].values[0]  La distancia es la misma distancia física.  Criterio de accesibilidad: \_distancia = round(network.nodes\_supply[\_m].capac\_instal\_sigma / (\_l.δ\_ijkkp\*\_distancia))  La distancia es la capacidad instalada sigma / delta\_ijkkp \* distancia. Es decir, una medición aproximada de la accesibiolidad por 2SFCA.  Criterio de continuidad:  \_distancia = df\_dist\_ij.loc[(df\_dist\_ij['nombre\_I'] == \_l["nombre\_I"]) & (df\_dist\_ij['nombre\_J'] == \_m[:3]), 'dist\_IJ'].values[0]  La distancia es la misma distancia física.  Lista\_operadores:  1:Incremento de posición única  2:Incremento global  Lista\_operadoresVND  1:Operador de redistribución de pares con p=2  2:Operador de redistribución de parejas sucesivas con incremento unitario  3: Operador de redistribución de pares con p=2  Condición de parada:  Regla W: En el algoritmo \ref{alg:gvns\_HFLNDP} el bucle principal se ejecuta mientras que la variable \textit{condicion\_de\_parada} tenga carácter "Falso". Las dos principales reglas para definir la cantidad de iteraciones en metaheurísticas consisten en un número máximo de iteraciones (regla-N) y un número máximo de iteraciones consecutivas sin mejora en el valor de la solución incumbente (regla-W) \textcite{corominasDecidingWhenStop2023a}.  N-rule guarantees the finiteness of the computing time in all cases. In contrast, with W-rule the finiteness of the computation time cannot be guaranteed with certainty, except when the number of values can have for is finite, as happens in many problems of combinatorial optimization; in any case, with this rule, if the algorithm finds the optimal solution it stops in a finite time.  Both N-rule and W-rule rely on the idea that after making a substantial effort (measured in number of iterations) it is unlikely that additional attempts will allow a solution better than the incumbent to be obtained.  Different stopping criteria may be used: time to obtain a given target solution, time to obtain a solution within a given percentage from a given solution (e.g., global optimal, lower bound, best known), number of iterations, and so on. TAlbi p. 62 |
| 20240804 | Solución  Código  Objeto | Una solución es un objeto que encapsula su información completa (congestión, accesibilidad y continuidad) VERIFICAR INTEGRIDAD DE DATOS  Una solución se codifica en un vecino que tiene estructura de diccionario así:  vecino1 = { k1: [ [sigma j1k1, sigma j2k1, sigma j3k1] , [rho\_max , sigma\_rho\_max] ] }  { k2: [ [sigma j1k2, sigma j2k2, sigma j3k2} , [rho\_max , sigma\_rho\_max] ] }  { k3: [ [sigma j1k3, sigma j2k3, sigma j3k3} , [rho\_max , sigma\_rho\_max] ] }  { rho\_max:[ [rho\_max, sigma\_rho\_max, k\_rho\_max]} |
| 20240804 | Colores | Tomado de https://matplotlib.org/stable/users/explain/colors/colormaps.html#ware  Hay cuatro clases de mapas de colores:  Secuenciales: datos ordenados. Parten de un tono y va aumentando la luminosidad de forma monotónica. Los mapas secuenciales se pueden imprimir bien en blanco y negro (grises).  Divergentes: Datos alrededor de una media. Parten de un color, llegan al blanco, y finalizan en otro color. No se imprimen bien en grises.  Cíclicos: ???  Cualitativos: No hay relación entre los datos. No son útiles para datos perceptuales. Existen varias paletas disponibles.  Para facilitar la lectura de personas con deficiencias visuales se recomienda usar el verde y rojo en el mismo gráfico.  La herramienta https://colorbrewer2.org/ permite escoger mapas de color y verificar si son amigables para personas con problemas de visión o al fotocopiar. |
| 20240804 | Gestión de datos | La estrategia de gestión de información en el código es:  1. Leo los datos desde un archivo de Excel.  2. Los datos son guardados en un objeto netwoprk y una copia se guarda en un objeto solution.  3. Para construir el modelo de optimización exacta no se requiere network\_repr, los datos pasan del objeto network\_original a un archivo datos.dat y de allí pasan al modelo de Pyomo (Create\_data\_dat).  4. Tras resolver el modelo por Gurobi (execute\_solver), los datos se guardan en Excel (Set\_solution\_excel salida\_optimizacion) y en un txt (set\_solution\_txt). Si estoy en "Exacta", los datos de la solución también se guardan en un dataframe "detailed\_solution" (Set\_solution\_excel). Hasta aquí, los datos de la solución no se han guardado ni en el objeto solution ni en el objeto network,  5. Paso a evaluar KPI con la opción 4.  Si current\_solution.objective != "Nulo", llevo los datos de Excel a file.network\_copy (merge\_niveles\_capac,create\_df\_asignacion,create\_df\_probs\_kk,create\_df\_arcos)  Si tecnica != "Local\_Search", estas funciones toman datos del archivo de excel salida\_optimizacion.xlsx y los llevan a solution.file.network\_copy  Si técnica == Local\_Search,estas funciones toman datos de network.problem (Ver más adelante el uso de Aproximada)  6. Aplico kpi.calculate\_kpi (usando los datos de file.network\_copy). Todos los cálculos se realizan sobre network\_copy  Aquí termina el proceso cuando uso "Exacta"  Ahora miro qué sucede cuando uso "Aproximada"  Escojo el tipo de problema monoobjetivo escojo Aproximación.  optimizar=True, tecnica=Aproximacion  Al escoger Aproximación, se llama la función initial\_solution. Allí se crea un objeto network\_repr. Los nuevos sigma quedan guardados en network\_repr, y se construyen los df\_sigma, df\_f\_ijk, df\_l\_jk, df\_solucion, df\_prob\_fi\_ijkjk, df\_fi\_ijkjk, df\_prob\_fi\_jkjk que se guardan en network\_repr y en solution (quedan por fuera de network\_copy). Los nuevos lambda, phi, pi son construidos en el network\_repr.  Los datos quedan grabados en network\_repr. No se ha modificado network\_copy  No se han calculado KPIs.  Luego, llevo los datos a un Excel (set\_solution\_excel), y procedo ejecutar fix\_initial solution, se calculan los kpi con kpi\_local\_search. Al interior de kpi\_calculate, se deben halar los datos de la solución. Como la solución es \_post\_optima y no es LocalSearch, se halan desde el excel que se ha construido.  En todos los casos, al ejecutar kpi\_calculate, se actualizan los datos que están en solution.file.network\_copy  Ahora voy a escoger el problema monoobjetivo y escojo Local\_Search.  se ejecuta initial\_solution, se crea el objeto network\_repr  Al ejecutar initial\_solution y fix\_initial\_solution, el código toma los datos de network\_repr y construye nuevas matrices df\_sigma, df\_asignacion, df\_l\_jk, solution, df\_prob\_fi\_ijkjk, df\_fi\_ijkjk, df\_prob\_fi\_jkjk  Luego se ejecuta fix\_initial\_solution.  Allí se hace un kpi\_calculate y se leen los datos que quedaron en el objeto solution (porque estoy con tecnica=Local\_Search), no los que están en file.network\_copy, ni los que están en network\_repr. Los datos que están en el objeto solution fueron tomados de network\_repr.  Por lo tanto, si deseo evaluar un objeto neighbor y es la solución inicial, puedo usar los datos que están en solution, pero no necesariamente los que están en network\_repr. |
| 20240806 | Corrección artículo | Lectura Top Ten Secrets to Success with Optimization  Tomé notas en Zotero. Resumen ejecutivo, notación matemática, descripción verbal, acotar parámetros, acotar modelo dual, modelado robusto (peor caso).  Corregir el artículo  Volver a obtener las soluciones de puntos ancla.  Probar con el modelo modificado para ver si dan el mismo resultado.  Los resultados del artículo están en: G:\Mi unidad\Colab Notebooks\FLNDP\Experimentos\_Pareto\_Fronts.xlsx  Las instancias del artículo están en "G:\Mi unidad\Colab Notebooks\FLNDP\datos\_i16\_j10\_k10\_base.xlsx"  Voy a usar este mismo archivo con HFLNDP.  Estoy corrigiendo el código para obtener frontera de Pareto exacta.  Probar si el lexicográfico reacciona a instancias de distintos tamaños.  Siguiente paso:  Solicitar tiempo adicional a CAIE  Busqué datos de porcentajes de referencia en casos de cáncer. Nuevamente no encontré nada.  Para quitar restricciones necesito:  Reescribir el modelo computacional en modelo matemático.  Procedimiento con el archivo 333  Obtener solución inicial (subóptima)  Obtener solución óptima  Estudiar los cambios en las variables sigma, lambda, tao, fi  Documentar en un mismo archivo en Excel  Repetir este proceso para un archivo 444 y 555  Repetir el proceso con los tres objetivos: rho, Alpha y delta  Agregué nuevas restricciones (veintitrés y veinticuatro)  Condiciones de las instancias  Comúnmente las rutas de atención para enfermedades de alta complejidad o de largo plazo pueden tener de 6 a 12 etapas, aunque esto varía dependiendo de cada caso y manejo de la enfermedad. Puedo utilizar K=4-12. Profundidad.  La Amplitud de las redes en Colombia también varía y depende del tamaño de la región. En Colombia esta amplitud está en función del número de municipios que conforman un departamento. En el caso colombiano ese número puede ir de 2 hasta 120. Para este estudio se construyeron redes de 4 a 30 municipios.  Los nodos tienen por lo general baja conectividad, es decir que tienen grados bajos en arcos salientes.  Si dejo fijo K y voy aumentando el número de nodos IJ, significa que tengo una ruta de atención y quiero mirar cómo se afecta la frontera a medida que aumento IJ. Supongo que tengo la ruta para el cáncer y quiero mirar cómo se afecta la frontera en redes de distinto tamaño. Pero al aumentar IJ tendría que ir aumentado el sigma max porque necesitaré más servidores para atender a los nuevos nodos de demanda que ingresan a la red.  Construí una red de tamaño fijo IJ = 4 4. Probé con valores de K desde 4 hasta 10. Ahora voy a hacer lo mismo pero con una red IJ = 5 5. Tengo que aumentarle el tamaño a la capacidad para que pueda manejar toda la demanda.  Ya logré la instancia de 66 Sigo con 77.  Ya logré la instancia de 77 sigo con 88.  Ya logré la instancia de 88 sigo con 99.  Ya logré la instancia de 99 sigo con 1010.  Ya logré la instancia de 1010.  Las instancias están en "C:\Users\edgar\OneDrive - Universidad Libre\Doctorado\Códigos Python\HcNDP\Health-Care-Network-Design-Problem\data\red\_original"  Al tener el modelo computacional depurado, puedo pasar a mejorar el modelo matemático  Mejorar la nomenclatura  Explicación del modelo:  Restr\_uno\_rule: Flujo salida de nodos demanda  Restr\_dos\_rule: Flujo entrante a nodos oferta  Restr\_tres\_rule: Flujo saliente de nodos oferta  Restr\_siete\_rule: Cota superior de asignación de servidores  Restr\_catorce\_rule: Cota superior de asignación de servidores  Restr\_cinco\_rule: Cota superior de flujos entre nodos oferta  Restr\_seis\_rule: Cota superior de flujos desde nodos demanda  Restr\_ocho\_rule: Cálculo de congestión  Restr\_nueve\_rule: Cálculo de congestión máxima  Restr\_nueve\_aux: Localización de instalaciones # No fueron necesarias  Restr\_nueve\_aux\_2: Localización de instalaciones # No fueron necesarias  Restr\_veinticuatro\_rule: Cota inferior de congestión en nodos activos # No fueron necesarias  Restr\_diez\_rule: Cálculo de accesibilidad  Restr\_diez\_rule\_aux\_2: Cálculo de disponibilidad  Restr\_once\_rule: Cálculo de Accesibilidad mínima  Encontré una instancia de prueba que al parecer ha sido usada en otros estudios. Se llama The Sioux Falls Network.  Este artículo es bastante parecido al mío: Location and capacity planning for preventive healthcare facilities with congestion effects    El modelo debe generar los mismos resultados del paper, con o sin restricciones. Carpeta FLNDP/Experimentos Output ijk / Tutorial.txt |
| 20240814 | Mejoras artículo y tesis | Unificar conceptos:  Probabilidad de transferencia vs porcentaje de transferencia  Usuarios vs pacientes  Prestadores vs centros de atención  Ruta de atención vs red de prestadores |
| 20240819 | Instancias | Reflexiones sobre el tamaño de las instancias.  En la medida en que aumenta el tamaño de la instancia, su estructura interna debe cambiar.  Si aumenta el valor de K, significa que tengo una red más “larga”.  Si aumenta el valor de I, tengo una red más “amplia”. Una red más amplia requiere más capacidad s\_jk en los nodos de oferta porque tendrá más demanda.  En la vida real tengo dos variables independientes: el tamaño de la ruta de atención (K) y el tamaño de la red existente (IJ).  Por lo tanto, para cada red IJK debo ajustar la topología de la red (arcos) y la capacidad disponible (sigmas) hasta que de factible. |
| 20240903 | Formulación | Encontré esto en el libro AIMMS. Puedo usarlo en el artículo. |
| 202040912 | Corrección artículo | Tengo un modelo simplificado. Ya lo probé con instancias que van de 444 a 10 10 10. ¿Debería probar con instancias más grandes? Si, podría llegar hasta 20 20 20.  Voy a usar tanto instancias artificiales como una instancia real. A continuación resumo lo que dice CHATGPT sobre las ventajas de usar instancias artificiales:  Control sobre el tamaño y complejidad de la red  Escalabilidad controlada: Las instancias artificiales permiten ajustar el tamaño del problema, lo que facilita evaluar cómo el modelo se comporta con diferentes dimensiones.  Variedad en topologías: Puedes generar redes con distintas configuraciones topológicas que quizá no existan en el mundo real, pero que son útiles para examinar el comportamiento del modelo en situaciones extremas o límites.  Evaluación del rendimiento teórico del modelo  Pruebas bajo condiciones controladas: Las redes artificiales ofrecen un entorno controlado en el que se puede probar el rendimiento del modelo sin interferencias de datos ruidosos o errores de medición típicos de los casos reales.  Validación de propiedades del modelo: Puedes probar propiedades como la convergencia del algoritmo, la robustez ante cambios de parámetros o la efectividad del modelo para alcanzar soluciones óptimas.  Flexibilidad para generar escenarios diversos  Exploración de un rango de casos: Las instancias artificiales permiten generar escenarios de baja, media y alta congestión, o redes con diferentes niveles de accesibilidad.  Estudio de relaciones entre variables  Análisis de sensibilidad: Puedes variar los parámetros del problema de manera controlada (por ejemplo, el número de nodos, la capacidad de los arcos o la demanda de usuarios) para estudiar el impacto de estos cambios en los resultados.  Exploración de hipótesis: Las instancias artificiales permiten probar hipótesis sobre cómo ciertos factores afectan la congestión o la accesibilidad en la red sin preocuparte por las posibles correlaciones complejas que existen en un caso real.  Benchmarking y comparación de modelos  Comparación con otros métodos: Las instancias artificiales son útiles para comparar tu modelo con otros métodos o algoritmos en las mismas condiciones.  Reproducibilidad: Al usar instancias artificiales, otros investigadores pueden replicar tus experimentos, ya que estos problemas generados artificialmente son fácilmente compartibles y reutilizables.  NO VOY A PROBAR con instancias más grandes. Me quedo con las 10 10 10 y podría usar otra ruta de atención pero el tamaño de la red se queda así.  Ya construí la instancia de Santander en el esquema de datos que estoy usando. Ahora puedo pasar a hacer pruebas con ella.  Ya logré hacer que corra con la instancia de Santander con tamaño 2 2 2. Tuve que hacer estos ajustes:  No ejecuto la restricción de congest\_min. Está comentada en models.py  En el archivo de Excel con la instancia de Santander  Hoja df\_capac. Cambié los s\_jk. Guardé una copia en la columna s\_jk original  Hoja df\_sigma\_max. Cambié los sigma\_max. Guardé copia en la columna sigma\_max copia  Usé una versión sencilla del prob\_serv. Guardé una copia en prob\_serv copia  Voy a volver a poner prob\_serv\_original  Si pongo mucha capacidad, no puedo cumplir con el objetivo de tener un rho > 0.2. Voy a volver a poner las capacidades originales sin activar la restricción de rho.  Llegué hasta 23-23-10. Logré ejecución exitosa. No imprimo los resultados solución.txt ni modeloysolucion.txt porque esto consume muchísimo tiempo. Cada archivo queda de un tamaño superior a 300 Mb. Desactivé esta línea:    Ahora voy a probar con una ruta de atención más compleja. La que es del cáncer. |
| 20240923 | Artículo | Correr caso de Santander para obtener una frontera y la analizo al detalle. |
| 20241006 | Mapas | Comencé a construir los mapas de Santander para la instancia. Necesito validar de dónde saqué los datos de demanda para saber en qué unidades están.  El código para hacer los mapas está en:  C:/Users/edgar/OneDrive - Universidad Libre/Doctorado/Códigos Python/HcNDP/Health-Care-Network-Design-Problem/hcndp/maps.py |
| 20241009 | Artículo  Fronteras de Pareto  Hipervolumen | El código para las fronteras de Pareto se llama multiobjective.py  Genera la información de cada frontera en self.soluciones  Esa información contiene rho, Alpha, promedios, tiempos, desviaciones, etc.  La información original de las fronteras está en  G:\Mi unidad\Colab Notebooks\FLNDP\Experimentos\_Pareto\_Fronts.xlsx  Voy a construir un listado de todas las fronteras y su información va a quedar en un archivo de Excel:  "C:\Users\edgar\OneDrive - Universidad Libre\Doctorado\Códigos Python\HcNDP\Health-Care-Network-Design-Problem\tests\20241009 Fronteras articulo Bi-objetivo\20241009 Fronteras Artículo biobjetivo.xlsx"  El cálculo de los indicadores de hipervolumen, spread, y los gráficos de las fronteras se puede hacer con este archivo:  "G:\Mi unidad\Colab Notebooks\FLNDP\20230616 KPI.ipynb"  Para mejorar el rendimiento del código debo reducir la cantidad de datos de entrada que suministro. Al leer los datos del archivo de Excel, se están importando todas las hojas de Excel que están allí. Hay varias que no son necesarias, por ejemplo “df\_flujos\_jkjk (aux)”  Las accesibilidades obtenidas por optimización (graficadas) no son las mismas que está generando el archivo de KPI. Esto podría estar relacionado con el hecho que no se están borrando los archivos de la carpeta output cuando inicio el código. Debo corregir esto para poder volver a verificar que las accesibilidades de la optimización sean iguales a las de la medición.  Encontré que parte del problema estaba en las distancias. El archivo de datos: datos\_i04\_j04\_k10\_base.xlsx tenía unas distancias gausianas que no correspondían a las que realmente eran. Hice cambios en el archivo de datos datos\_i04\_j04\_k10\_base.xlsx para que desde allí se calculen las distancias gaussianas. Dejé con fondo amarillo a las columnas que tuvieron cambios. Debo replicar estos cambios en los demás archivos de datos. Ya actualicé estas columnas.  Creo haber solucionado el problema de los sigmas que no se actualizaban en df\_asignacion. Pero acabo de encontrar que los l\_ijk no se actualizan bien en df\_asignacion. Estoy revisando el archivo kpi.py en la línea 276.  Ya logré solucionar tanto el problema de los sigmas como el de los l\_ijk.  Puedo continuar con el cálculo de las soluciones de la frontera para construir el hipervolumen. |
| 20241016 | Artículo  Fronteras de Pareto  Hipervolumen | Las fronteras que estoy obteniendo tienen un punto ancla muy alejado del resto de puntos. Estoy revisando cómo se calculan las distancias entre puntos en el procedimiento AUGMECON. En el archivo multiobjective.py, línea 650, encontré que distance es el valor absoluto de la distancia entre accesibilidades. Cambié el código para que distance sea la distancia euclideana entre los dos puntos de la frontera.  Raíz((x1-x2)^2+(y1-y2)^2)  Ya no importo las instancias en Excel. Ahora hago lo siguiente:   1. Reviso la instancia para que tenga las mismas columnas que las que aparecen en 4410 base. 2. Exporto la instancia de Excel para convertirla en un .txt. Para ello utilizo el código: data/convert\_xls\_txt.py   Ya tengo el código listo para hallar las fronteras y calcular el hipervolumen de cada una.  Defino el experimento así:   |  |  | | --- | --- | | Ruta de atención | Lineal | | Reticular | | Profundidad ruta | K=5 | | K=10 | | IJ | 44  55  …  1010 | |
| 20241103 | Optimización mono objetivo | Aprendizajes:   1. Cambié la ubicación del código para que no interfiera con OneDrive. Ahora está en C:\ 2. Creé un archivo 3 3 3 3. Eliminé la hoja aux para reducir el tamaño del archivo. Dejé fijos los valores de df\_flujos\_jkjk 4. Simplifiqué lo más que pude el archivo 3 3 3 para no tener tantos datos por ahí. 5. No hay necesidad de simplificar datos. Las instancias deben ser pasadas de Excel a Texto para que funcione mejor y más rápido el código. El archivo convert\_xls\_txt.py lo hace fácilmente.   Estoy encontrando un nuevo error. Parece que tengo dos dataframes con el mismo nombre: df\_flujos\_jkjk.  El primer dataframe haría parte de los parámetros del modelo que vienen desde Excel y son convertidos en texto.  El segundo dataframe se crea en la línea 731 del archivo kpi.py con información necesaria para construcción de gráficos.  Cambié los nombres y al primer dataframe lo llamé df\_y\_jkjk. Este dataframe es de los parámetros y\_jkjk que indica los enlaces existentes entre pares de nodos de oferta.  Tuve un nuevo problema:  La accesibilidad alfa calculada por KPI.PY es distinta a la accesibilidad obtenida por gurobi.py. Tuve que activar estas restricciones:  Restr\_doce\_rule  Restr\_doce\_aux\_2\_rule  Restr\_diez\_rule\_aux\_2  Ya tengo las fronteras calculadas desde 445 hasta 101010. Las instancias están en la carpeta C:\CodigoPython\HcNDP\Health-Care-Network-Design-Problem\data\red\_original  Ahora paso a hacer el análisis post-óptimo |
| 20241106 | Análisis post-óptimo | Supongamos que tomo una frontera 445. Me interesa saber cómo cambia la solución no dominada a lo largo de la frontera para mirar qué decisiones se deben tomar. Por lo tanto, necesito saber:  ¿Cuál es el nodo con la peor congestión? ¿Cuál es esa congestión? ¿Cuál es sigma\_jk? ¿Cuál es lambda\_jk?  ¿Cuál es el nodo con la peor accesibilidad? ¿Cuál es esa accesibilidad?  ¿Qué ruta están tomando esos usuarios? ¿Cuáles son los lambda\_ijk?  ¿Qué nodos de servicio tienen que visitar? ¿Cuáles son los sigma jk?  De esa manera podré saber cómo cambia la solución óptima a lo largo de la frontera e incluso puedo calcular cosas como:  Cantidad de los peores nodos de servicio distintos que hacen parte de la frontera.  Estrategias para generar el cambio en el peor nodo de servicio.  Cantidad de los peores nodos de demanda distintos que hacen parte de la frontera.  ¿Cómo se da este cambio en los nodos de la frontera? |
| 20241110 | Instancias | Para poder presentar las instancias en el artículo, tengo que caracterizarlas. Voy a caracterizar cada instancia en C:\CodigoPython\HcNDP\Health-Care-Network-Design-Problem\tests\20241009 Fronteras articulo Bi-objetivo\20241009 Fronteras Artículo biobjetivo.xlsx  Llegué hasta la frontera 7710. Seguiré con las de 8. Luego podré definir qué frontera presentar en el paper y cómo presentarlas.  Caracterizar una instancia implica definir métricas como (ChatGPT: prompt: En un problema de diseño de redes en salud, puedo establecer la complejidad de una instancia a partir del número de nodos y arcos que tiene la red. ¿Qué otras métricas puedo utilizar para medir la complejidad de una red?):   * Densidad de la red: número de arcos/número posible de arcos * Grado promedio de los nodos: número de arcos que salen de un nodo * Diámetro de la red: tamaño de la ruta más larga entre un par de nodos * Distribución de los grados: Histograma con los grados por nodo * Coeficiente de agrupamiento (clustering): Número de triángulos / número de paths de longitud 2 (<https://www.youtube.com/watch?v=BJ2c-KnXGTw>) Probabilidad de que dos vecinos de un vértice sean adyacentes. * Centralidad de grado: La centralidad de grado de un nodo v es la fracción de nodos a los que está conectado. * Centralidad de cercanía: Suma o promedio de las distancias desde un nodo hacia todas las demás. * Centralidad de intermediación: frecuencia o el número de veces que un nodo se encuentra entre los caminos más cortos de otros actores * Resiliencia de la red: tamaño del componente más grande después de eliminar el nodo de mayor grado   Para implementar estas métricas tengo que pasar la red a NetworkX con ello poder exportar sus métricas.  La interpretación de los índices es:  Para una red en salud que se considera un dígrafo, cada métrica puede interpretarse de esta manera:  1. \*\*Densidad de la red\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Mide la conectividad general de la red. Una densidad alta sugiere que la red está bien conectada y que hay muchas rutas potenciales entre servicios, lo cual podría indicar facilidad para la coordinación de atención entre nodos de la red. En contraste, una densidad baja indica que los servicios están más aislados, lo que podría dificultar la accesibilidad.  2. \*\*Grado promedio de los nodos\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: El grado promedio representa la cantidad promedio de conexiones de entrada o salida por nodo. En el contexto de redes de salud, un alto grado promedio puede indicar que los servicios o instalaciones están bien interconectados, facilitando el flujo de pacientes o recursos entre ellos. Si el grado promedio es bajo, podría sugerir puntos de acceso limitados, lo cual podría afectar la eficiencia de la red.  3. \*\*Diámetro de la red\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Representa la distancia más larga (en términos de número de arcos) entre dos nodos en la red. En una red de salud, un diámetro grande podría indicar que algunos servicios están lejos de otros, lo cual puede afectar la rapidez en la atención. Un diámetro pequeño sugiere que los servicios están cerca en términos de conexiones, facilitando la derivación y coordinación.  4. \*\*Distribución de los grados\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: El histograma de distribución de grados muestra cómo se distribuyen las conexiones en la red. En una red de salud, una distribución desigual podría indicar que unos pocos nodos (como hospitales o centros especializados) tienen muchas conexiones, sirviendo como hubs, mientras que otros tienen menos, quizás siendo unidades especializadas o con funciones limitadas.  5. \*\*Coeficiente de agrupamiento (clustering)\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Este coeficiente mide la tendencia de los nodos a formar triángulos o grupos cerrados. Un alto coeficiente de agrupamiento sugiere que los servicios están conectados en grupos, lo cual facilita la colaboración en zonas específicas de la red. Esto puede ser beneficioso en zonas urbanas con servicios de salud bien integrados, pero en zonas rurales, un bajo agrupamiento podría reflejar aislamiento de servicios.  6. \*\*Centralidad de grado\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Indica qué nodos son los más conectados en la red. En una red de salud, los nodos con alta centralidad de grado suelen ser hospitales o centros de atención de alta demanda, funcionando como puntos clave de acceso. Estos nodos son esenciales para la eficiencia del sistema, ya que conectan con varios otros servicios y facilitan el acceso para muchos pacientes.  7. \*\*Centralidad de cercanía\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Esta métrica identifica qué nodos están, en promedio, más cerca de otros nodos en términos de rutas. En una red de salud, los nodos con alta centralidad de cercanía podrían ser instalaciones estratégicas para el acceso rápido a múltiples servicios, actuando como centros de atención accesibles en caso de emergencias.  8. \*\*Centralidad de intermediación\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Representa la frecuencia con la cual un nodo se encuentra en las rutas más cortas entre otros nodos. En una red de salud, los nodos con alta centralidad de intermediación actúan como intermediarios o puntos de derivación importantes. Estos son críticos para el flujo eficiente de pacientes y recursos, ya que sirven como puentes entre diferentes partes de la red.  9. \*\*Resiliencia de la red\*\*:  - \*\*Interpretación\*\*: Mide la robustez de la red ante la eliminación de un nodo clave, como el de mayor grado. En una red de salud, la resiliencia indica la capacidad de la red para seguir operativa y conectada si un hospital o centro importante queda inhabilitado. Una red más resiliente puede adaptarse mejor a cambios inesperados o emergencias.  **Coeficiente de Variación de los Grados**:   * **Descripción**: Es la relación entre la desviación estándar y el grado promedio, y ayuda a entender la variabilidad relativa de los grados. Este índice es útil para comparar redes con diferentes tamaños. * **Interpretación**: Un coeficiente alto indica una variabilidad considerable en los grados en comparación con el promedio. Puede ser útil para analizar redes en que se espera una distribución heterogénea de conexiones.   Paso a paso para procesar instancias en el artículo.   1. Archivo en Excel. Una instancia se obtiene de un archivo xlsx y se convierte en txt usando el código convert\_xls\_txt.py El archivo en Excel tiene los datos para K=5 y K=10. Por ejemplo, el archivo datos\_i07\_j07\_k10\_base.xlsx tiene en las hojas df\_capac, y df\_sigma\_max columnas separadas para k=05 y k=10. Además, las probabilidades de transferencia están separadas en las hojas prob\_serv\_5 y prob\_serv\_10. En la hoja df\_y\_jkjk asigno valores 0 a los arcos del mismo servicio pero con distinto nodo. 2. Ejecuto main 🡪 yes 🡪 3 cargo nuevo archivo 🡪 cargo el txt 🡪 verifico el tiempo de solución (solution.py) y el número de soluciones (solution.py). 🡪 Después de ejecutar capturo los datos que aparecen en el explorador de variables (resultados\_pareto\_front) 🡪 Copio esos datos y los pego en el archivo de Excel (C:\CodigoPython\HcNDP\Health-Care-Network-Design-Problem\tests\20241009 Fronteras articulo Bi-objetivo\20241009 Fronteras Artículo biobjetivo.xlsx) en la hoja Fronteras. 🡪 Completo los datos obtenidos con los KPI de cada instancia. Los obtengo con estas instrucciones:   multiobjective\_dict[' Rho --> Alpha '].current\_solution.num\_restricciones  multiobjective\_dict[' Rho --> Alpha '].tiempo\_solucion  multiobjective\_dict[' Rho --> Alpha '].current\_solution.num\_variables  Para obtener los KPI que están sombreados con verde hago main 🡪 cargo datos desde .txt 🡪 Problemas monoobjetivo 🡪 Cargar propia solución 🡪 4. Indicadores KPI 🡪 1 Solución subóptima 🡪 10 KPI de la instancia 🡪 Reviso los datos impresos y los copio  En el archivo de Excel 20241009 Fronteras Artículo biobjetivo.xlsx hago un resumen de las instancias en la hoja Instancias.  Los gráficos de las fronteras se hacen con draw\_pareto\_fronts.py  Nota: los datos de resultados\_pareto\_front también se pueden exportar manualmente a un csv con esta línea: resultados\_pareto\_front.to\_csv('salida.csv', index=False) |
| 20241113 | Artículo | El concepto que se introduce en el artículo es MOO-HNDA Multiobjective Healthcare Network Design Analysis. Consiste en el proceso de toma de decisiones sobre diseño de redes con base en optimización multiobjetivo. Contiene tres etapas genéricas: caracterización de la red, optimización multiobjetivo y análisis post-óptimo.  Estructura del artículo:   1. Fase 1: Caracterizar la red con parámetros de los nodos y de la ruta de atención. Calcular medidas de desempeño actuales. 2. Fase 2: Desarrollar el modelo multiobjetivo y hallar la Frontera de Pareto. 3. Fase 3: Análisis post óptimo: Estudiar características de la Frontera, Comparar solución actual vs frontera, comparar varias fronteras. 4. Experimentación:    1. Análisis para la colección de problemas pequeños.    2. Análisis completo para el depto de Santander. |
| 20241116 | Artículo | Glosario utilizado  Entre Pareto Front y Pareto Frontier  Pareto Front: conjunto finito y discreto de soluciones no dominadas  Pareto Frontier: conjunto continuo de soluciones no dominadas  Por lo tanto escojo usar Pareto Front. |
| 20241210 | Código | Ejecutar el código main.py desde línea de comandos:  Abro Anaconda Prompt  Ejecuto conda actívate optima3  Me voy a la ruta C:\CodigoPython\HcNDP\Health-Care-Network-Design-Problem  Ejecuto ipython  Ejecuto %run main.py |
| 20241211 | Artículo | Resultados de la frontera de Santander.  Se analizaron cuatro puntos de la frontera.  Punto A: minimizar rho máximo -> Maximizar Alpha min  Punto B: Maximizar Alpha min -> Minimizar rho máximo  Punto C: Alpha aprox 1.23435649  Punto D: Alpha aprox 2.73538888  Para cada solución obtengo:  Estado actual: nodo más congestionado y nodo con peor accesibilidad  En cada nodo, qué sigma y qué lambda fue asignado.  De allí puedo concluir qué acciones tengo que realizar para pasar de un punto a otro sobre la frontera.  Puedo crear estos otros puntos:  Punto E: Rho 0.95 y Alpha 0.5  Punto F: Rho 0.8 y Alpha 1.0  Punto G: Rho 0.95 y Alpha 2.0  Para hacer las comparaciones obtengo los gráficos de calor para los valores de sigma\_jk así:  Ejecuto main.py para obtener cada punto ABCDEFG  Como este es un procedimiento multiobjetivo, no puedo obtener el gráfico respectivo dentro del programa. Por lo tanto termino la ejecución y llamo el código para construir el gráfico así:  En figures.py ejecuto la función figure\_service\_rate\_per\_node(network)  El contenido de network es:  a=multiobjective\_dict[' Rho --> Alpha'].problems\_multi\_dict['Max\_Alpha\_Min'].network\_copy  En esta frontera no se observan puntos 'knee' que representen diferencias importantes en los trade off entre accesibilidad y congestión. El cambio en la accesibilidad relativo al cambio de la congestión es casi constante (y unidades por cada punto porcentual de congestión) y en consecuencia no se advierten regiones de la frontera que tengan mayor o menor ventaja sobre otras.  Para profundizar en el análisis post-óptimo de la red en estudio, supóngase que su configuración actual corresponde al punto E-F-G de la figura. En la figura x se presenta la distribución de los servidores en cada nodo de servicio para la solución G. En este escenario, el tomador de decisiones puede guiar la reconfiguración de la red para acercarse a cualquiera de las soluciones pareto eficientes que se encuentran en la frontera. A manera de ejemplo se han seleccionado dos de ellas (C y D), cuya distribución de servidores está presente en la figura x. Para transformar la solución G en la solución C, se deben hacer ajustes de asignación de servidores en x nodos, además de los correspondientes cambios en el enrutamiento de usuarios. Para el caso de la red D, se requieren ajustes en x nodos. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Artículo** | **Objetivos** | **Metodología** | **Congestión en Redes** | **Accesibilidad en Redes de Salud** | **Asignación de Recursos a Nodos de Servicio** | **Clinical Pathways** |
| Amiri (1997) | Minimizar el costo total de un sistema de servicio, incluyendo los costos de acceso, de espera (cola), de configuración y costos operativos. El modelo busca determinar la ubicación óptima de las instalaciones, su número y capacidades, así como la asignación de los nodos de usuario a esas instalaciones. | Se presenta una formulación de programación entera del problema. | No | No | **Sí** | **No** |
| Syam (2008) | Se busca determinar qué instalaciones deben abrirse, cuáles son las capacidades de las instalaciones abiertas, cuántos servidores debe tener cada combinación de sitio-prioridad-turno y a dónde asignar cada combinación de distrito y prioridad de pedido. | Se desarrolla un modelo de ubicación-asignación no lineal que se convierte a una forma lineal equivalente. | Si | No | **Si** | **No** |
| Elhedhli (2006) | Diseñar un sistema de servicio que minimice los costos de apertura de instalaciones, los costos de asignación de capacidad, los costos de acceso de los clientes y los costos de espera de los clientes. | El modelo se formula como un problema de programación entera mixta (MIP) no lineal. | Sí | No | **Si** | **No** |
| Aboolian, Elhedhli, and Karimi (2022) | Diseñar un sistema de servicio para encontrar una solución socialmente óptima minimizando el costo general para los consumidores y los proveedores de servicios. | El problema se modela como un problema de programación entera mixta no lineal (MINLP). | Si | No | **Si** | **No** |
| Berman and Krass (2020) | Este capítulo describe los modelos de ubicación de instalaciones en los que los consumidores generan flujos de demandas estocásticas de servicio y los tiempos de servicio son estocásticos. | Este capítulo presenta diferentes clasificaciones y formulaciones matemáticas para modelar la congestión en sistemas de ubicación de instalaciones. | Sí | No | **Si** | **No** |
| Green - 2013 - Queueing Analysis in Health Care.pdf | Demostrar la utilidad del análisis de colas en el cuidado de la salud, incluyendo la recopilación de datos, la selección y construcción del modelo, y la interpretación y uso de los resultados. | Análisis de colas. | Sí | No | **Si** | **No** |
| Mingzhu y Ershi - 2016 - A Multi-Type Queuing Network Analysis Method for C.pdf | Establecer un modelo de red de colas de múltiples tipos para optimizar el número de servidores en un servicio ambulatorio, considerando diferentes tipos de pacientes y sus rutas. | Modelado de red de colas de múltiples tipos. | Si | No | **Si** | **Si** |
| Mohammadi Bidhandi et al. - 2019 - Capacity planning for a network of community healt.pdf | Proponer un enfoque de red de colas para la planificación de la capacidad de una red de servicios de atención comunitaria, minimizando el costo total del sistema con restricciones en el bloqueo en cada etapa. | Modelado de red de colas con bloqueo, optimización mediante recocido simulado y simulación. | Si | No | **Si** | **Si** |
| Radman - Designing a multi-service healthcare network based on the impact of patients’ flow among medical services.pdf | Desarrollar un modelo para la ubicación de centros de salud multiservicio, considerando la demanda y el tiempo de servicio probabilísticos, así como el flujo de pacientes entre servicios. | Programación entera mixta no lineal, teoría de colas, teoría de la utilidad. | Si | No | **Si** | **No** |
| Koizumi 2005 - Modeling patient flows using a queueing network with blocking.pdf | Analizar la congestión en el sistema de salud mental de Filadelfia utilizando un modelo de red de colas con bloqueo. | Modelo de red de colas con bloqueo, análisis de estado estable, simulación. | Si | No | **Si** | **Si** |
| Delamater - 2013 - Spatial accessibility in suboptimally configured h | Examinar críticamente el método 3SFCA, exponer la suposición de "configuración óptima" en las métricas FCA actuales y proporcionar una nueva métrica FCA (M2SFCA) que considere la distribución subóptima de los recursos de atención médica. | El autor utiliza datos simulados y un estudio de caso de hospitales en Michigan para ilustrar las limitaciones de las métricas 3SFCA y E2SFCA, y demostrar las ventajas de la métrica M2SFCA. | No | Sí | **Sí** | **No** |
| Guagliardo - 2004 - [No title found] | Revisar la literatura sobre accesibilidad espacial (AE) a la atención primaria, con énfasis en áreas urbanas. | El autor examina diferentes medidas de AE, incluyendo ratios proveedor-población, distancia al proveedor más cercano, distancia promedio a un conjunto de proveedores y modelos gravitacionales de influencia del proveedor. | No | Sí | **No** | **No** |
| Luo y Qi - 2009 - An enhanced two-step floating catchment area (E2SF | Presentar una mejora al método 2SFCA para medir la AE, abordando el problema del acceso uniforme dentro de la zona de influencia mediante la aplicación de ponderaciones a diferentes zonas de tiempo de viaje para tener en cuenta la disminución de la distancia. | El autor aplica el método E2SFCA para medir el AE a los médicos de atención primaria en un área de estudio en el norte de Illinois y compara los resultados con los derivados del 2SFCA y las HPSA de 2000. | No | Sí | **Sí** | **No** |
| McGrail y Humphreys - 2014 - Measuring spatial accessibility to primary health | Probar el uso de un tamaño de área de influencia dinámica de cinco niveles dentro del método 2SFCA en toda Australia, utilizando la lejanía de una población para delinear el aumento de los tamaños de las áreas de influencia. | El autor describe cómo la lejanía de la población se utiliza para determinar diferentes tamaños de áreas de influencia, y cómo se utiliza el método 2SFCA para evaluar la accesibilidad a los servicios de médicos generales en toda Australia. | No | Sí | **No** | **No** |
| Tao et al. - 2020 - Hierarchical two-step floating catchment area (2SF | Proponer un método 2SFCA jerárquico (H2SFCA) para medir la AE a las instalaciones jerárquicas, teniendo en cuenta los diferentes tamaños de áreas de influencia, los efectos de la disminución de la distancia y los modos de transporte para las instalaciones de distintos niveles. | El autor aplica el método H2SFCA en un estudio de caso de instalaciones sanitarias jerárquicas en Shenzhen (China) y compara los resultados con los obtenidos mediante métodos tradicionales. | No | Sí | **Sí** | **No** |
| Pourrezaie et al. - 2022 - Fix-and-optimize approach for a healthcare facility | Abordar un problema de localización/diseño de red de instalaciones sanitarias que tiene en cuenta la equidad y la accesibilidad, con el objetivo de determinar la ubicación óptima de los centros sanitarios, su capacidad en diferentes periodos de tiempo, la estructura de la red subyacente y el flujo de demanda entre los centros ubicados. | El autor desarrolla un modelo MINLP multiobjetivo para el problema planteado, que luego se convierte al modelo lineal para ser resuelto eficazmente mediante un enfoque de fijar y optimizar basado en un algoritmo de búsqueda tabú mejorado. | No | Sí | **Sí** | **No** |

1. **Tabla Resumen de Artículos sobre Diseño de Sistemas de Servicio**

Aquí tienes una tabla resumen de los artículos, con cada artículo en una fila y las columnas especificadas:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Artículo** | **Objetivos** | **Metodología** | **Congestión en Redes** | **Accesibilidad en Redes de Salud** | **Asignación de Recursos a Nodos de Servicio** |
| Amiri (1997) | Minimizar el costo total de un sistema de servicio, incluyendo los costos de acceso, los costos de espera (cola), los costos de configuración y los costos operativos. El modelo busca determinar la ubicación óptima de las instalaciones, su número y capacidades, así como la asignación de los nodos de usuario a esas instalaciones. | Se presenta una formulación de programación entera del problema. Se desarrollan dos procedimientos heurísticos de solución basados en una relajación Lagrangiana del problema. | **Sí**. El modelo incluye costos de espera, que representan la congestión en las instalaciones de servicio. | No se menciona específicamente la accesibilidad en redes de salud. Sin embargo, el modelo es general y se puede aplicar a la planificación de sistemas de servicios públicos, lo que podría incluir la salud. | **Sí**. El modelo determina la ubicación, el número y las capacidades de las instalaciones de servicio, lo que implica la asignación de recursos. |
| Syam (2008) | Diseñar un sistema de servicio que optimice una combinación de criterios de costo y servicio. Se busca determinar qué instalaciones deben abrirse, cuáles son las capacidades de las instalaciones abiertas, cuántos servidores debe tener cada combinación de sitio-prioridad-turno y a dónde asignar cada combinación de distrito y prioridad de pedido. | Se desarrolla un modelo de ubicación-asignación no lineal que se convierte a una forma lineal equivalente. El modelo se resuelve utilizando la relajación Lagrangiana. | **Sí**. El modelo tiene en cuenta la capacidad de servicio en cada sitio de servicio en el momento de la ocurrencia y considera los tiempos de espera y los costos de espera asociados. | El artículo menciona que la motivación para la investigación provino de un proyecto de diseño del sistema de servicio de la Administración de Salud de Veteranos (VHA), pero el modelo se puede aplicar a una amplia variedad de servicios, incluida la atención médica. | **Sí**. El modelo determina qué centros de servicio abrir, sus capacidades correspondientes y la asignación de clientes a los centros apropiados. |
| Elhedhli (2006) | Diseñar un sistema de servicio que minimice los costos de apertura de instalaciones, los costos de asignación de capacidad, los costos de acceso de los clientes y los costos de espera de los clientes. El modelo se centra en entornos con demanda de clientes independiente y estocástica que debe satisfacerse desde un conjunto de instalaciones de servicio inmóviles. | El modelo se formula como un problema de programación entera mixta (MIP) no lineal. Para resolverlo, se linealiza la función objetivo fraccionaria y se propone un procedimiento de solución exacto basado en la linealización por partes y métodos de planos de corte. | **Sí**. El modelo considera explícitamente la congestión al incluir los costos de espera de los clientes en la función objetivo y al modelar la capacidad de servicio de cada instalación como un sistema de colas M/M/1. | No se menciona específicamente la accesibilidad en redes de salud. El enfoque del artículo es en el diseño general de sistemas de servicio con servidores inmóviles, demanda estocástica y congestión. | **Sí**. El modelo determina la ubicación de las instalaciones de servicio y la asignación de capacidad (servidores) a cada instalación. |
| Aboolian, Elhedhli, and Karimi (2022) | Diseñar un sistema de servicio para encontrar una solución socialmente óptima minimizando el costo general para los consumidores y los proveedores de servicios. El estudio considera un entorno donde los consumidores y las instalaciones forman parte de una red congestionada con demanda y tiempos de servicio estocásticos, y el costo de capacidad es una función cóncava de los niveles de capacidad. | El problema se modela como un problema de programación entera mixta no lineal (MINLP). Se utiliza la Descomposición Generalizada de Benders y un método de Búsqueda y Corte para desarrollar dos metodologías de solución eficientes. | **Sí**. El modelo tiene en cuenta la congestión al modelar cada instalación como un sistema de colas M/M/1, donde los tiempos de espera y los costos de espera se consideran en la función objetivo. | El artículo menciona aplicaciones en la atención médica y el sector público, pero no se centra específicamente en la accesibilidad en redes de salud. | **Sí**. El modelo determina la ubicación de las instalaciones, los niveles de capacidad y la asignación de consumidores a las instalaciones. |
| Berman and Krass (2020) | Este capítulo describe los modelos de ubicación de instalaciones en los que los consumidores generan flujos de demandas estocásticas de servicio y los tiempos de servicio son estocásticos. | Este capítulo presenta diferentes clasificaciones y formulaciones matemáticas para modelar la congestión en sistemas de ubicación de instalaciones. | **Sí**. El capítulo se centra en modelos de ubicación de instalaciones que incorporan la congestión, donde la demanda estocástica y los tiempos de servicio estocásticos pueden llevar a que las demandas que llegan no puedan ser atendidas de inmediato. | **Sí**. Se mencionan aplicaciones en sistemas de servicios de emergencia (bomberos, ambulancias, policía) y redes de instalaciones públicas y privadas, incluyendo hospitales y clínicas médicas. | **Sí**. El capítulo discute modelos que consideran la ubicación de las instalaciones, la asignación de clientes a las instalaciones y la asignación de recursos (capacidad de servicio) a las instalaciones. |

**Puntos Claves:**

* Todos los artículos abordan la problemática del diseño de sistemas de servicio considerando la congestión en las redes.
* Se utilizan diversas metodologías para resolver los modelos, incluyendo heurísticas, relajación Lagrangiana, linealización por partes, métodos de planos de corte y descomposición de Benders.
* La mayoría de los artículos se centran en la asignación óptima de recursos a los nodos de servicio, considerando la ubicación, el número y la capacidad de las instalaciones.
* Algunos artículos mencionan aplicaciones en redes de salud, pero no se profundiza en la accesibilidad específica de estas redes.

**Nota:** La información presentada en la tabla se basa en los extractos proporcionados. Es posible que los artículos completos contengan información adicional relevante a tu consulta. Te recomiendo consultar los artículos completos para obtener una comprensión más profunda de cada estudio.

1. **Tabla comparativa de los artículos seleccionados**

Aquí hay una tabla comparativa de los artículos proporcionados, enfocándose en los objetivos y la metodología de cada uno, y si tratan los temas de análisis de congestión en redes, accesibilidad en redes de salud y asignación de recursos a nodos de servicio:

1. **Tabla Comparativa de Artículos Seleccionados**

**A continuación, se presenta una tabla comparativa de los artículos seleccionados, con los artículos en las filas, una columna para los objetivos, otra para la metodología y columnas adicionales que indican si el artículo contiene o no los siguientes temas: análisis de congestión en redes, accesibilidad en redes de salud usando 2SFCA y asignación de recursos a nodos de servicio:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Artículo** | **Objetivos** | **Metodología** | **Análisis de Congestión en Redes** | **Accesibilidad en Redes de Salud usando 2SFCA** | **Asignación de Recursos a Nodos de Servicio** |
| **Green - 2013 - Queueing Analysis in Health Care.pdf** | **Demostrar la utilidad del análisis de colas en el cuidado de la salud, incluyendo la recopilación de datos, la selección y construcción del modelo, y la interpretación y uso de los resultados.** | **Análisis de colas.** | **Sí. Se aplica el análisis de colas para evaluar la capacidad y congestión en unidades como obstetricia y UCI. Se examina la probabilidad de retraso en función de las llegadas diarias a una unidad obstétrica.** | **Sí. Se menciona la consideración de los tiempos de espera y la accesibilidad de los pacientes al determinar la capacidad, pero no se usa 2SFCA.** | **Sí. Se analiza la asignación de camas a diferentes tipos de pacientes y su impacto en los tiempos de espera.** |
| **Mingzhu y Ershi - 2016 - A Multi-Type Queuing Network Analysis Method for C.pdf** | **Establecer un modelo de red de colas de múltiples tipos para optimizar el número de servidores en un servicio ambulatorio, considerando diferentes tipos de pacientes y sus rutas.** | **Modelado de red de colas de múltiples tipos.** | **Sí. Se evalúa la congestión en cada nodo del servicio ambulatorio mediante métricas como la utilización del servidor, la probabilidad de inactividad del personal, la longitud de la cola, el número de clientes en el sistema y los tiempos de espera.** | **No. El artículo se centra en la eficiencia del servicio ambulatorio y no utiliza 2SFCA para analizar la accesibilidad en redes de salud.** | **Sí. Se propone la asignación óptima del número de servidores en cada nodo para mejorar el rendimiento del sistema.** |
| **Mohammadi Bidhandi et al. - 2019 - Capacity planning for a network of community healt.pdf** | **Proponer un enfoque de red de colas para la planificación de la capacidad de una red de servicios de atención comunitaria, minimizando el costo total del sistema con restricciones en el bloqueo en cada etapa.** | **Modelado de red de colas con bloqueo, optimización mediante recocido simulado y simulación.** | **Sí. Se modela el flujo de pacientes en una red de servicios con bloqueo, buscando minimizar la congestión y el costo.** | **Sí. Se considera la accesibilidad a través de la reducción del tiempo de espera y la optimización de la capacidad, pero no se usa 2SFCA.** | **Sí. Se determina la asignación óptima de la capacidad en cada etapa para minimizar costos y bloqueo.** |
| **Radman - Designing a multi-service healthcare network based on the impact of patients’ flow among medical services.pdf** | **Desarrollar un modelo para la ubicación de centros de salud multiservicio, considerando la demanda y el tiempo de servicio probabilísticos, así como el flujo de pacientes entre servicios.** | **Programación entera mixta no lineal, teoría de colas, teoría de la utilidad.** | **Sí. Se modela el sistema de salud como una red de colas Jackson, buscando minimizar las desviaciones de las tasas de llegada estándar en las estaciones de servicio.** | **Sí. Se considera la accesibilidad al minimizar el tiempo de viaje y maximizar la cantidad de servicios ofrecidos en un solo lugar, pero no se usa 2SFCA.** | **Sí. Se determina la ubicación de los centros, los tipos de servicios y la cantidad de servidores en cada estación.** |
| **Koizumi 2005 - Modeling patient flows using a queueing network with blocking.pdf** | **Analizar la congestión en el sistema de salud mental de Filadelfia utilizando un modelo de red de colas con bloqueo.** | **Modelo de red de colas con bloqueo, análisis de estado estable, simulación.** | **Sí. Se analiza el bloqueo y la congestión en una red de servicios de salud mental, identificando cuellos de botella.** | **Sí. Se menciona la importancia de un nivel de atención adecuado, pero no se usa 2SFCA para analizar la accesibilidad.** | **Sí. Se discute la asignación de camas en diferentes instalaciones de salud mental y su impacto en la congestión del sistema.** |

**Nota: Ninguno de los artículos utiliza el método 2SFCA (Two-Step Floating Catchment Area) para analizar la accesibilidad en redes de salud.**

**Nota**: La información en esta tabla proviene de los artículos proporcionados.

1. **Tabla comparativa de artículos seleccionados**

Aquí tienes una tabla que compara los artículos seleccionados, con los artículos en las filas, una columna para los objetivos, otra para la metodología y columnas adicionales que indican si el artículo contiene o no los siguientes temas: análisis de congestión en redes, accesibilidad en redes de salud usando 2SFCA y asignación de recursos a nodos de servicio.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Artículo** | **Objetivo** | **Metodología** | **Análisis de congestión en redes** | **Accesibilidad en redes de salud usando 2SFCA** | **Asignación de recursos a nodos de servicio** |
| Delamater - 2013 - Spatial accessibility in suboptimally configured h | **Examinar críticamente el método 3SFCA, exponer la suposición de "configuración óptima" en las métricas FCA actuales y proporcionar una nueva métrica FCA (M2SFCA) que considere la distribución subóptima de los recursos de atención médica.** | **El autor utiliza datos simulados y un estudio de caso de hospitales en Michigan para ilustrar las limitaciones de las métricas 3SFCA y E2SFCA, y demostrar las ventajas de la métrica M2SFCA.** | **No** | **Sí** | **Sí** |
| Guagliardo - 2004 - [No title found] | **Revisar la literatura sobre accesibilidad espacial (AE) a la atención primaria, con énfasis en áreas urbanas.** | **El autor examina diferentes medidas de AE, incluyendo ratios proveedor-población, distancia al proveedor más cercano, distancia promedio a un conjunto de proveedores y modelos gravitacionales de influencia del proveedor.** | **No** | **Sí** | **No** |
| Luo y Qi - 2009 - An enhanced two-step floating catchment area (E2SF | **Presentar una mejora al método 2SFCA para medir la AE, abordando el problema del acceso uniforme dentro de la zona de influencia mediante la aplicación de ponderaciones a diferentes zonas de tiempo de viaje para tener en cuenta la disminución de la distancia.** | **El autor aplica el método E2SFCA para medir el AE a los médicos de atención primaria en un área de estudio en el norte de Illinois y compara los resultados con los derivados del 2SFCA y las HPSA de 2000.** | **No** | **Sí** | **Sí** |
| McGrail y Humphreys - 2014 - Measuring spatial accessibility to primary health | **Probar el uso de un tamaño de área de influencia dinámica de cinco niveles dentro del método 2SFCA en toda Australia, utilizando la lejanía de una población para delinear el aumento de los tamaños de las áreas de influencia.** | **El autor describe cómo la lejanía de la población se utiliza para determinar diferentes tamaños de áreas de influencia, y cómo se utiliza el método 2SFCA para evaluar la accesibilidad a los servicios de médicos generales en toda Australia.** | **No** | **Sí** | **No** |
| Tao et al. - 2020 - Hierarchical two-step floating catchment area (2SF | **Proponer un método 2SFCA jerárquico (H2SFCA) para medir la AE a las instalaciones jerárquicas, teniendo en cuenta los diferentes tamaños de áreas de influencia, los efectos de la disminución de la distancia y los modos de transporte para las instalaciones de distintos niveles.** | **El autor aplica el método H2SFCA en un estudio de caso de instalaciones sanitarias jerárquicas en Shenzhen (China) y compara los resultados con los obtenidos mediante métodos tradicionales.** | **No** | **Sí** | **Sí** |
| Pourrezaie et al. - 2022 - Fix-and-optimize approach for a healthcare facility | **Abordar un problema de localización/diseño de red de instalaciones sanitarias que tiene en cuenta la equidad y la accesibilidad, con el objetivo de determinar la ubicación óptima de los centros sanitarios, su capacidad en diferentes periodos de tiempo, la estructura de la red subyacente y el flujo de demanda entre los centros ubicados.** | **El autor desarrolla un modelo MINLP multiobjetivo para el problema planteado, que luego se convierte al modelo lineal para ser resuelto eficazmente mediante un enfoque de fijar y optimizar basado en un algoritmo de búsqueda tabú mejorado.** | **No** | **Sí** | **Sí** |

**Nota:** El análisis de congestión en redes no se menciona explícitamente en ninguno de los artículos proporcionados.