



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**REORGANIZACIÓN DE LA COBERTURA DE
OFICINAS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN
SOCIAL**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES**

PRESENTA:

MARTÍNEZ LAGUNAS CAROLINA



**Tutor:
Dra. Mayra Elizondo Cortés**

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Aceves García Ricardo

Secretario: M.I. Hernández Casanova Rodolfo

Vocal: Dra. Elizondo Cortés Mayra

1^{er} Suplente: Dra. Monroy León Cozumel Allanec

2^{do} Suplente: M.I. Reséndiz López Héctor Daniel

Lugar donde se realizó la tesis:

Facultad de Ingeniería

TUTOR DE TESIS

Dra. Mayra Elizondo Cortés

FIRMA

AGRADECIMIENTOS

Primero, gracias a Dios por dejarme lograr esta meta, por darme salud, tenerme cerca de mi familia y mis amigos y darme la fuerza para luchar por las cosas que deseo hacer.

A mis padres por su apoyo y ayuda, pero sobre todo por su gran cariño, por ser los guías de mi vida y haberme enseñado a tomar decisiones y a trabajar por lo que quiero lograr. Los quiero!

A Geo, porque sé que me apoyas y estás conmigo y porque ahora que te toque hacer tu tesis me pongas en los agradecimientos eh! =)

A Leo y Naye, porque sin duda son parte fundamental de este trabajo y no tengo palabras con qué agradecer toda su ayuda. Muchas gracias!

A La Dra. Mayra Elizondo por ser la guía en la realización de este proyecto y por confiar en mí.

Al M.I. Héctor Reséndiz quien me enseñó una de las mejores herramientas para trabajar y que fue fundamental en esta tesis, pero sobre todo por la disposición que siempre mostró para ayudarme. Mil gracias!

A Rubén, gracias por ser mi gran apoyo, por tus buenas ideas y tus opiniones. Muchas gracias por confiar y en mí y por pasar conmigo todo este proceso. Te amo.

A mis amigos, Ale, Lalo Ríos, Yair, Beto, Miguel, Lalo Espinosa, Lorena, Towi, Roberto, Naye, Leo, César, Julio, Nacho, Raúl, por estar conmigo, por ser mis amigos, por ayudarme cuando estaba en crisis porque algo no quedaba, por todas sus opiniones y por echarme muchas porras y creer en mí. Gracias por estar en mi vida amigos.

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| Resumen | 1 |
| Introducción | 2 |
| Capítulo 1. Descripción del Sistema de Comunicación social GIROS | |
| 1.1. Antecedentes | 4 |
| 1.2. Problemática | 6 |
| 1.3. Problema concreto por resolver | 10 |
| Capítulo 2. Instrumentos de Análisis | |
| 2.1. Elementos teóricos | 14 |
| 2.1.1. Localización de servicios | 14 |
| 2.1.1.1. El problema de localización de servicios | 14 |
| 2.1.1.2. Modelo de localización de servicios | 18 |
| 2.1.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG) | 19 |
| 2.1.2.1 Definición de los Sistemas de Información Geográfica | 19 |
| 2.1.2.2 Problemas que pueden resolverse con apoyo de las herramientas de los SIG | 20 |
| 2.1.2.3 Aplicaciones de los SIG | 21 |
| 2.1.3. ArcView 3.0 | 22 |
| 2.1.4. Software de solución: LINGO | 24 |
| 2.2. Metodología | 25 |
| 2.2.1. Planteamiento del problema | 25 |

| | |
|--|----|
| 2.2.2. Recopilación de información estadística y geográfica | 26 |
| 2.2.3. Integración y análisis de datos mediante un Sistema de Información Geográfica (ArcView) | 26 |
| 2.2.4. Construcción de un modelo de localización de servicios | 27 |
| 2.2.5. Solución del modelo de localización de servicios | 27 |
| 2.2.6. Presentación de resultados y conclusiones | 27 |
| 2.3. Datos (fuentes y procesamiento) | 28 |
| Capítulo 3. Desarrollo | |
| 3.1. Manejo de la información Geográfica | 29 |
| 3.2. Manejo de la demanda | 41 |
| 3.3. Planteamiento del modelo | 44 |
| 3.4. Solución del modelo. | 52 |
| 3.5. Validación del modelo. | 54 |
| Capítulo 4. Presentación de Resultados | |
| 4.1 Análisis de resultados obtenidos | 57 |
| 4.2. Esquematización de la reorganización propuesta | 59 |
| 4.3. Representación geográfica de los resultados obtenidos | 65 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 77 |
| Referencias y Bibliografía | 81 |
| Anexos | |

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo, mostrar la manera de reorganizar la cobertura de oficinas de una empresa de comunicación social (GIROS). Se partió de la definición del problema, el análisis del sistema y la identificación de los elementos que intervienen en el planteamiento. Posteriormente se definieron las herramientas y elementos teóricos necesarios para resolver el problema. Contando con lo anterior, se inició la solución del problema con la manipulación de la información geográfica y estadística empleando herramientas de apoyo como son los SIG (Sistema de Información Geográfica) y técnicas de optimización (con el software LINGO). Finalmente se obtuvo la reorganización de la cobertura de oficinas mostrando los resultados de forma geográfica y esquemática. Se determinó la función de ciertas oficinas como concentradoras, también se estimaron las cantidades de dinero que éstas enviarán a las oficinas a su cargo, de tal manera que puedan cubrir sus demandas correspondientes al menor costo y riesgo.

ABSTRACT

The objective of this paper is to show how to reorganize the distribution of coverage offices of a company of social communication (GIROS). The first step were begins the definition of the problem, the analysis of the system and identified the elements involved in the problem resolve. Subsequently the tools and theoretical elements needed to solve the problem were defined, with the above, solution begun with the manipulation of geographic and statistic information using support tools such as GIS (geographic information systems) and optimization techniques with the LINGO software. Finally was reached the reorganization of the coverage of the offices, showing the results in a geographical and schematic form, also was defined the role of certain offices as concentrators and the estimated quantities of money that they should sent to the offices at their charges with the purpose of they can meet their demands.

INTRODUCCIÓN

GIROS es un Sistema de Comunicación Social que ofrece servicios de comunicaciones (envío de información) y financieros (giros de dinero, pagos de nómina, entre otros) para personas, empresas y organismos públicos. Esta institución ha crecido significativamente en los últimos años, sin embargo, ha tenido una serie de pérdidas económicas probablemente consecuencia de una visión de negocios inadecuada reflejada en una estructura de operación ineficiente, por lo que ha comenzado a tomar medidas para evitar que esta situación se siga agravando. Debido a que GIROS cuenta con oficinas en toda la República Mexicana, se planeó elegir un estado para proponer soluciones y de esta manera, extenderlas al resto del país una vez que se compruebe su efectividad. El estado que se consideró adecuado para comenzar es Oaxaca, debido a su amplia extensión y geografía accidentada. La premisa es que si se logra una solución con buenos resultados en este estado, resolver el problema en las demás entidades representará menores dificultades.

El propósito de reestructurar la organización actual de las oficinas de la empresa es reducir los costos de traslado de los recursos al disminuir las distancias que la empresa trasladadora debe recorrer y, minimizar los riesgos de asaltos y robos al realizar un menor número de viajes.

i. Planteamiento de la problemática

En Oaxaca, GIROS tiene una Gerencia Estatal (ubicada en la capital) que se encarga del manejo de las oficinas distribuidas a lo largo del estado. La función principal de la Gerencia es enviar recursos económicos a las oficinas cada vez que sea necesario, para lo cual se alquila una compañía trasladadora que sale desde Oaxaca de Juárez y que cobra por cada kilómetro recorrido una vez que la distancia ha pasado de 20 kilómetros, pero, al no haber una buena organización, las oficinas piden el dinero en cualquier momento, por lo que muchas veces otra oficina debe mandar los recursos, con lo que se corre el riesgo de que el mensajero sufra un robo.

Si se logra determinar la ubicación óptima de oficinas concentradoras, de tal manera que se cubran todas las oficinas de GIROS en el Edo. de Oaxaca, se podrán minimizar riesgos y costos de traslado de dinero.

Se considera que la reestructuración que se logre determinar será la base para resolver otro tipo de problemas (como inventarios y ruta óptima).

ii. Objetivo

Reorganizar la distribución de la cobertura de oficinas de GIROS mediante un modelo que: 1) minimice costos y riesgos de traslado de efectivo y, 2) asegure un nivel de servicio adecuado a los usuarios.

iii. Metodología

Metodología empleada para resolver el problema:

1. *Planteamiento del problema;*
2. *Recopilación de información estadística y geográfica;*
3. *Integración de los datos mediante un Sistema de Información Geográfica (ArcView);*
4. *Construcción de un modelo de localización de servicios;*
5. *Solución del modelo de localización de servicios;*
6. *Presentación de resultados y conclusiones.*

Este trabajo se compone de cuatro capítulos. El capítulo 1 describe el sistema de comunicación de GIROS, presentando su situación actual e identificando los elementos de influencia relevantes para el planteamiento del problema; de esta manera, se define el problema y su propuesta de solución. Se explica la importancia de resolver la problemática, utilizando las propuestas de reestructuración.

En el capítulo 2 se identificaron los instrumentos y herramientas de análisis. Se definen los sistemas de información geográfica (SIG), se realiza una breve descripción del software ArcView y el Network Analyst detallando el algoritmo utilizado por dicha extensión. Se analizan los modelos de localización de servicios logrando la definición del modelo que será utilizado en la solución del problema de acuerdo a las características planteadas. También se realiza una breve descripción del software LINGO, herramienta utilizada para la solución del modelo planteado y del algoritmo que es empleado por el programa para resolver el modelo matemático. Por otro lado, se plantea la metodología a seguir y se describen cada uno de los rubros. También se describen los datos (tanto estadísticos como geográficos) necesarios para cubrir el objetivo de este trabajo.

En el capítulo 3 se desarrollaron los pasos mencionados en la metodología, explicando el manejo de los instrumentos de análisis: manipulación de datos geográficos con el GIS, manipulación de datos estadísticos, planteamiento del modelo de localización, solución y validación del mismo.

En el capítulo 4 se analizan los resultados obtenidos en forma geográfica y esquemática.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones producto de este trabajo.

Capítulo I. Descripción del Sistema de Comunicación Social GIROS

1.1 ANTECEDENTES

GIROS es un Sistema de Comunicación Social que cuenta con gran prestigio debido a su enorme experiencia en el ramo de las telecomunicaciones y al impacto que tiene en los pobladores de las comunidades en las que tiene presencia, las cuales se ven beneficiadas por los servicios que ofrece, mismos que son:

1. Telegráficos

- ◆ Integrales de comunicación: Transmisión de mensajes vía la red de oficinas y agencias de telégrafos que GIROS imprime, ensobreta y entrega a domicilio y la transmisión de cualquier tipo de documentos, ya sea imágenes o texto, a través de un equipo facsímil (fax), ambos servicios a nivel nacional e internacional. Se cuenta también con servicios como telegramas por Internet, por teléfono y telegramas a grandes usuarios (para que las empresas puedan enviar grandes volúmenes de mensajes dentro de la República Mexicana).
- ◆ Financieros básicos: Transferencia de fondos (giros de dinero) de manera electrónica a cualquier punto de la República Mexicana y transferencia de fondos desde los Estados Unidos y Canadá. También se cuenta con “dinero en minutos” que permite la transferencia de fondos desde cualquier parte del mundo hacia la República Mexicana a través de la red de oficinas; mediante este servicio, el dinero está disponible minutos después de haber sido enviado. Para las empresas se tiene el servicio de pago a través de giro telegráfico (envío de grandes volúmenes de dinero para pago de nóminas, pensiones, etc.) y cobro a través de giro telegráfico (cobro de servicios como luz, teléfono, agua potable, impuestos entre otros) y la comercialización de productos servicios de terceros.

2. Satelitales

- ◆ Comunicaciones móviles: Sistema que presta el servicio de Transmisión Satelital de voz y datos por medio de equipos móviles y fijos.
- ◆ Rurales: La empresa es responsable de instalar, operar y dar mantenimiento a teléfonos rurales satelitales en zonas de orografía accidentada que no cuentan con telefonía celular.
- ◆ Telepuertos comunicación: Servicio unidireccional de señales de audio y video asociado vía satélite, con cobertura nacional e internacional, dirigida a productores de programas de TV.

3. Radio marítimos

- ◆ Socorro y seguridad en el mar: A través de este servicio se reciben llamadas de auxilio y emergencia dentro de las 200 millas de mar patrimonial.

- ◆ Correspondencia pública: Se establece comunicación desde y hacia un barco conectado a la red telefónica pública.

GIROS cuenta con sucursales instaladas a lo largo de la República Mexicana (Figura 1.1), sin embargo existen entidades en las que se dificulta la prestación de servicios por distintas causas, la principal es la geográfica. Este es el caso de Oaxaca, las particularidades de su territorio, extensión (Figura 1.2) y la experiencia en la operación de GIROS han conducido a la empresa a tomarlo como un estado representativo para analizar y buscar una solución al problema, que será planteado más adelante (Figura 1.3). Dicha solución será la base para los demás estados de la República, si es que se desea aplicar la misma estrategia.



Figura 1.1. Presencia de GIROS en la República Mexicana.

Fuente: Información otorgada por la empresa

Actualmente GIROS no tiene una estrategia específica de distribución de dinero en efectivo para satisfacer de forma eficiente el servicio de transferencia de fondos que requieren sus clientes. Lo cual se traduce en uno de los principales problemas que tiene la empresa ya que esta situación ha significado: grandes pérdidas económicas, por lo que se desea corregir dicha situación.

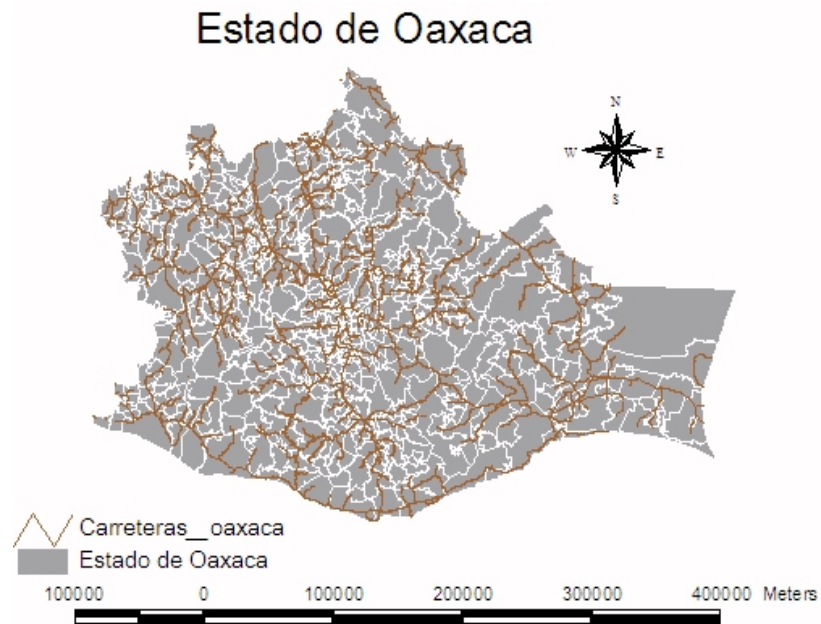


Figura 1.2. Estado de Oaxaca y red de carreteras
Fuente datos. INEGI

1.2 PROBLEMÁTICA

Los principales elementos del sistema son: La Gerencia Estatal, las oficinas de GIROS, la empresa trasladadora de valores, la infraestructura de transporte, la red carretera, los mensajeros y las localidades demandantes de servicios, a continuación se muestra un esquema de la situación actual de GIROS:

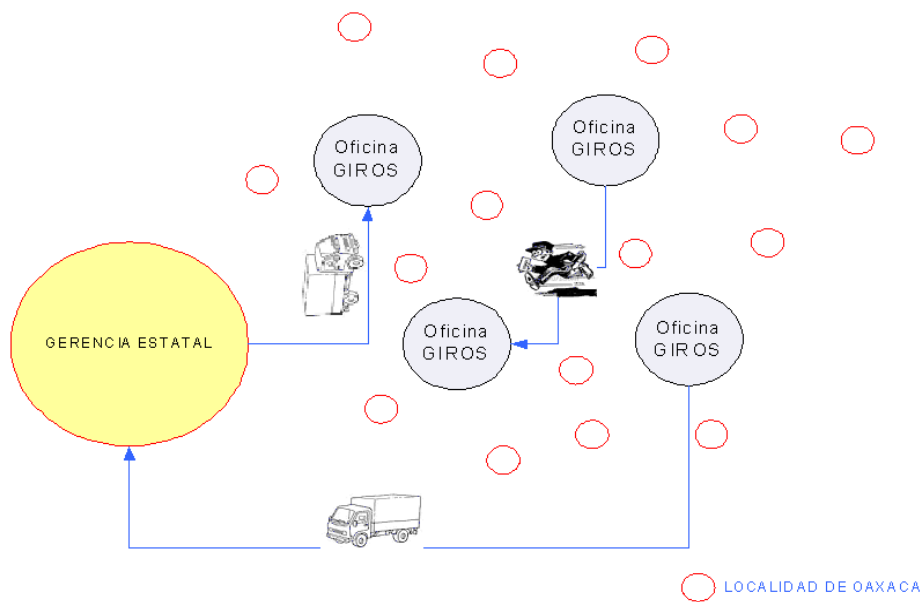


Figura 1.3. Situación actual de la distribución de fondos

Así como se muestra en la Figura 1.3, se cuenta con una Gerencia Estatal ubicada en la capital del estado y que tiene como función manejar y supervisar las operaciones de las 60 oficinas de GIROS (Figura 1.4), a quienes además les envía los recursos económicos que necesitan para cumplir con su trabajo. Las oficinas prestan servicios financieros en cada uno de los municipios, uno de ellos es el envío y recibo de giros de dinero en varias comunidades, a las que en algunos casos el acceso es muy difícil. Cabe mencionar que las oficinas se fueron agregando de acuerdo a la necesidad de cubrir la demanda sin realizar un estudio de localización previo. Al paso del tiempo esa demanda fue creciendo junto con la población de las localidades, lo que ha generado que muchas veces no se cuente con los recursos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente, principalmente cuando se trata de transferencia de efectivo.

Oficinas en el Estado de Oaxaca

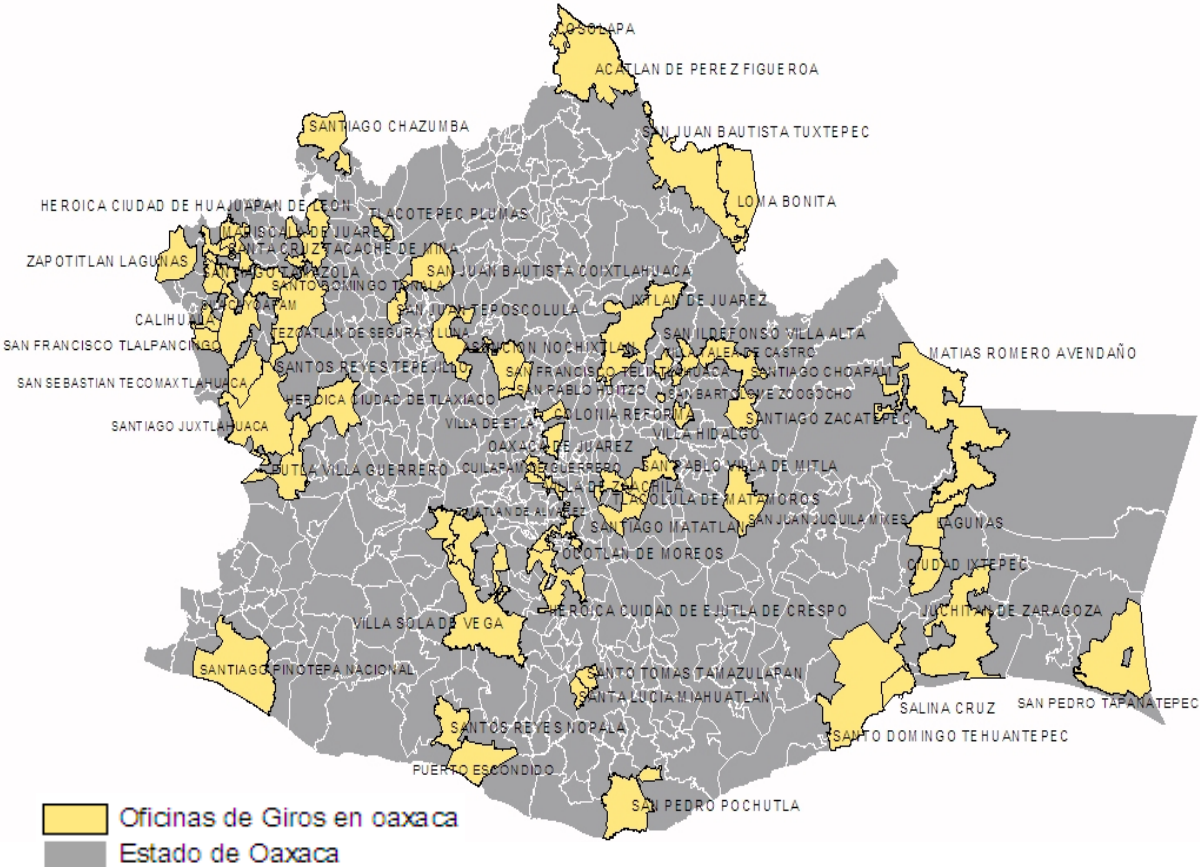


Figura 1.4. Oficinas de Giros en el Estado de Oaxaca
Fuente datos: INEGI

Cuando la oficina se queda sin recursos, avisa a la Gerencia Estatal que es la encargada de llevar el dinero hacia la oficina correspondiente mediante una trasladadora de valores; sin embargo por las condiciones geográficas de Oaxaca, el tiempo de traslado puede ser de unas horas hasta días, lo cual no es benéfico en ningún sentido para GIROS ya que no puede cubrir la demanda de su oficina en el momento requerido; además, el traslado de bienes puede tener un costo muy alto dependiendo de la cantidad y hacia dónde se mande.

El manejo de las oficinas y la solicitud de dinero son hechas basándose en decisiones totalmente personales y de manera empírica. No existe un análisis estadístico sobre la demanda que cada una de las oficinas requiere en un determinado tiempo para poder saber o prever la demanda que se podría requerir y así tomar las decisiones necesarias para que no se presente la falta de recursos. Es por ello que en muchas ocasiones ocurre que las oficinas sufren de un déficit de efectivo y es necesario acudir a una oficina cercana para solicitar el dinero suficiente para continuar prestando sus servicios hasta que la Gerencia Estatal pueda surtirles nuevamente.

Debido a que dichas situaciones suelen ocurrir de manera imprevista, se carece de un contrato previo con la empresa trasladadora para la transferencia de efectivo entre oficinas. Dado que es importante que el dinero sea enviado de manera urgente a quien lo solicita, la empresa se vale de su personal y equipo, en este caso, un mensajero que se traslada hasta la localidad respectiva. En algunas ocasiones, las cantidades son significativas, lo cual implica un riesgo ante la posibilidad de un asalto. También se debe considerar que al no contar con una estrategia, se manifiesta la posibilidad de requerir recursos provenientes de más de una oficina para cubrir por completo el monto requerido en la oficina solicitante.

Obviamente, el hecho de que se presenten situaciones como la mencionada anteriormente implica costos y riesgos de envío de dinero, que podrían evitarse si se contara con una estrategia que les permitiera conocer cuánto y cuándo deben ser enviados los recursos para prevenir que una oficina tenga déficit o excedentes grandes de dinero y llevar un mejor manejo y control de toda la cadena de oficinas del estado.

Un diagrama de flujo puede ilustrar de manera clara la forma en que trabaja la empresa. Así puede apreciarse la forma en que es solicitado el dinero y en caso de que haga falta, el proceso que busca en todas las oficinas hasta encontrar una que cuente con los recursos necesarios para enviarlos.

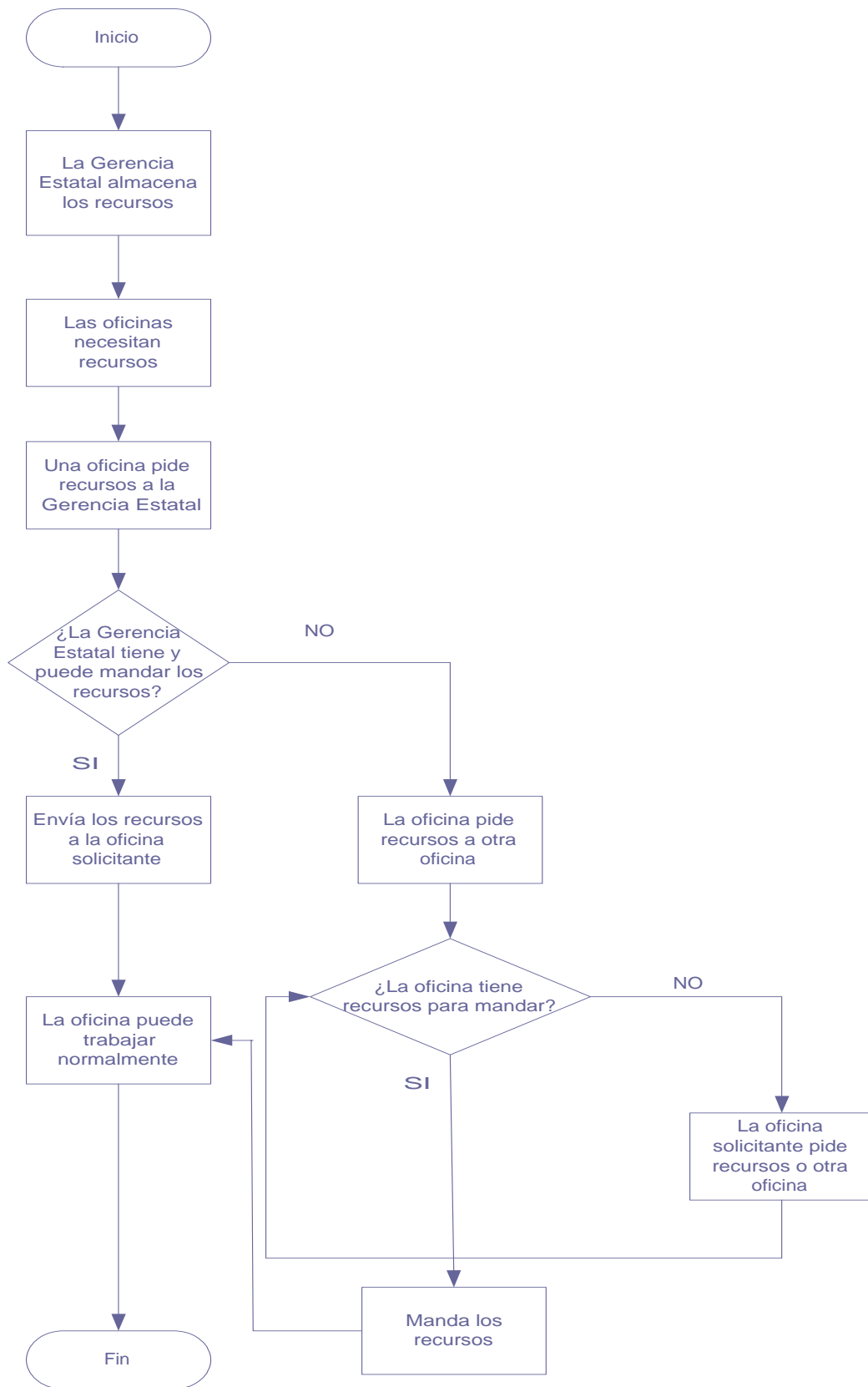


Figura 1.5. Forma de trabajo actual de GIROS

Debido a la escasa organización de GIROS, esta empresa muestra:

- ◆ la Gerencia Estatal no puede cubrir las necesidades de las oficinas en el momento en que éstas lo solicitan;
- ◆ centralización de las decisiones en la Gerencia Estatal;
- ◆ pérdidas económicas;
- ◆ decisiones basadas en juicios personales, debido a la falta de planeación de operaciones;
- ◆ soluciones aisladas a los problemas de abastecimiento de recursos.

Como puede notarse, GIROS enfrenta varios problemas por resolver, sin embargo para poder darles solución paulatina, se considera que debe comenzarse por establecer una nueva estructura en la organización de sus oficinas que permita la mejor distribución de los recursos monetarios y la descentralización de decisiones de la Gerencia Estatal.

La solución propuesta debe facilitar el envío de dinero a las oficinas, lograr que las decisiones se tomen basándose en una planeación previa para evitar la falta de recursos en las oficinas y traer mejoras en cuanto a los costos que esto implica, donde uno de los principales es el de transporte.

1.3 PROBLEMA CONCRETO POR RESOLVER

Determinar la ubicación de oficinas concentradoras de tal manera que se cubran todas las oficinas de GIROS en el estado de Oaxaca minimizando riesgos y costos de traslado de dinero.

Con el fin de lograr el objetivo planteado, se propone una estructura como la siguiente:

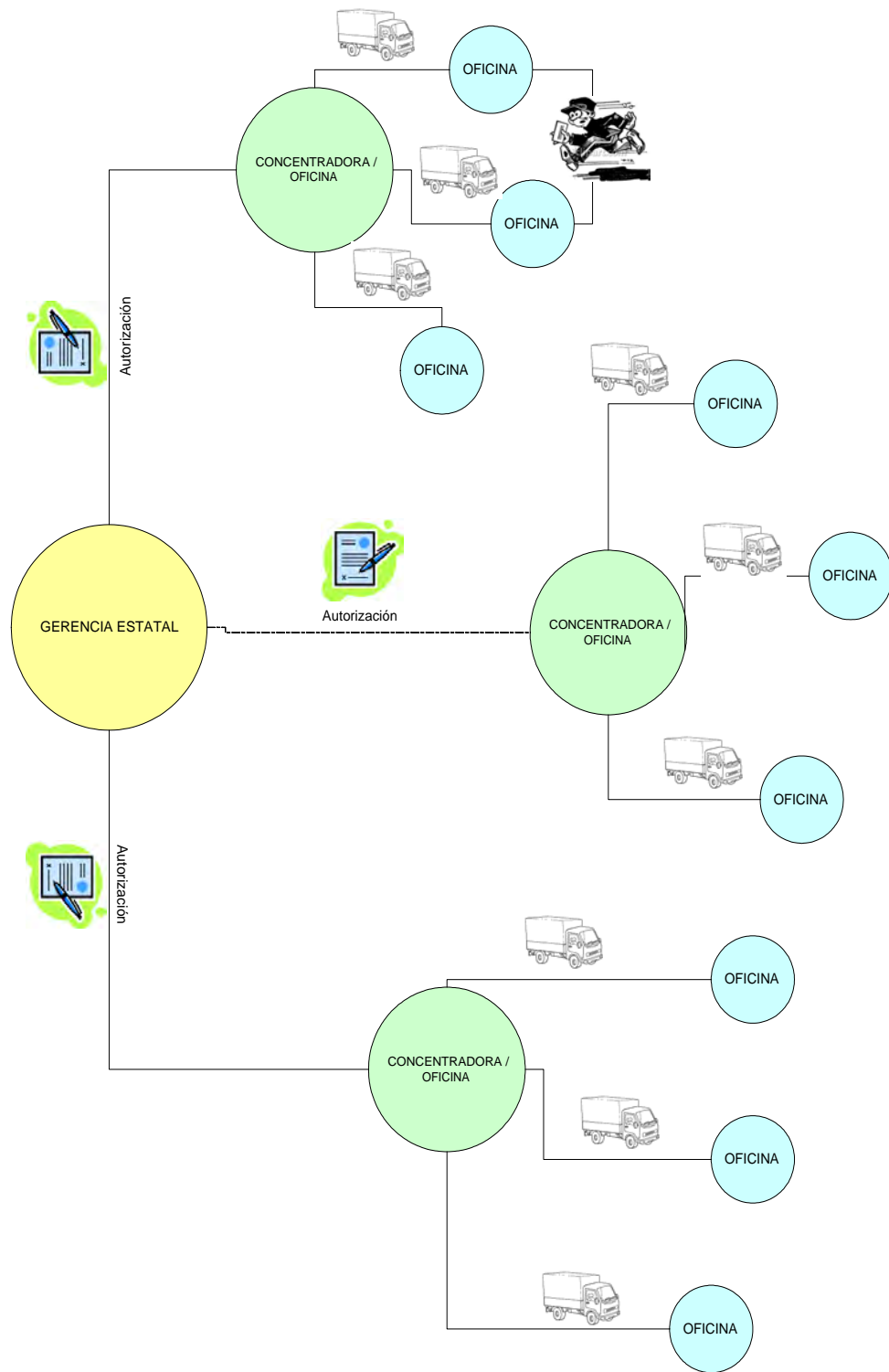


Figura 1.5. Estructura deseada de las oficinas de GIROS

La estructura que se muestra en la Figura 1.5 propone la asignación de un grupo de oficinas como concentradoras, las cuales se encargarán de coordinar el abastecimiento de efectivo a las oficinas a las que tenga mayor y más fácil acceso que cualquier otra o que la misma Gerencia Estatal. Para que una oficina pueda fungir como concentradora deberá cubrir como requisito tener cerca una entidad bancaria que tenga contrato con GIROS para poder abastecer de efectivo a las oficinas que así lo requieran.

La Gerencia Estatal proporcionará la autorización correspondiente por la cantidad solicitada de la concentradora para cubrir su demanda y la de las oficinas a su cargo, para que desde la entidad bancaria se trasladen las cantidades adecuadas mediante la unidad trasladadora hacia las oficinas.

En caso de que haya un excedente importante de dinero en alguna de las oficinas, éste será administrado por la concentradora pudiéndose llevar a alguna otra oficina que lo requiera, o bien, depositando esa cantidad en el banco. En caso de que se presente la necesidad de adquirir más efectivo la concentradora pedirá la autorización a la Gerencia Estatal y podrá obtenerlo de la unidad bancaria.

Las oficinas podrán trasladar efectivo entre ellas mediante un mensajero, siempre y cuando la cantidad trasladada sea menor o igual a \$10,000, esta actividad, es una política establecida por la empresa. Debido a que las oficinas se encontrarán relativamente cerca habrá menor riesgo de asalto por tratarse de una cantidad baja y no recorrer grandes distancias, evidentemente esta actividad se tendrá que realizar a discreción y con personal debidamente seleccionado.

Importancia de la reestructuración

Una de las razones por las que GIROS desea mejorar su modo de operar y su eficiencia es debido a los beneficios que brinda a la sociedad al atender las necesidades de comunicaciones y financieras de empresas y personas.

La organización quiere ofrecer todas las facilidades para que las personas y las empresas puedan hacer sus transferencias de dinero de la forma más segura y rápida y con tarifas debidamente autorizadas.

El servicio que ofrece GIROS llega a poblaciones rurales, las cuales son de difícil acceso y tienen grandes necesidades financieras, mismas que deben ser cubiertas con la misma eficiencia, rapidez y confiabilidad que se brinda en las zonas urbanas. La empresa se encarga de llegar a sitios lejanos, ubicados en la sierra y a los que sólo es posible acceder mediante transporte aéreo.

Por lo tanto, mejorar la organización y distribución de las oficinas de GIROS es importante para todas las comunidades y empresas que pueden hacer uso de sus

servicios.

Es importante la reestructuración de las oficinas de manera que puedan cumplirse los siguientes objetivos:

- ◆ optimizar recursos en las oficinas y a nivel de la Gerencia Estatal, lo que le ayudará a tener menores pérdidas económicas y los usuarios podrán tener un mejor servicio;
- ◆ cumplir con el plan institucional de GIROS 2008-2012 que define las estrategias generales para la reestructuración del Organismo y convertirlo en una entidad moderna, flexible, innovadora y con mayor capacidad de respuesta. Con ello se pretende movilizar el esfuerzo colectivo de trabajadores y directivos para cumplir los siguientes objetivos:
 - ✓ prestar los servicios de comunicaciones y financieros básicos encomendados al organismo con un alto nivel de calidad, a precios accesibles y competitivos;
 - ✓ diversificar y modernizar los servicios para atender las necesidades de los usuarios y asegurar su plena satisfacción;
 - ✓ avanzar en el fortalecimiento financiero de GIROS.

Cabe mencionar que la estructura a la que se pretende llegar implica varias modificaciones organizacionales en el modo de trabajo y acuerdos actuales, algunas de ellas son:

- ✓ acuerdo con las entidades bancarias correspondientes para que éstas tengan el efectivo requerido según la demanda que requieran las concentradoras y oficinas a su cargo en un determinado día de la semana;
- ✓ acuerdo con la empresa trasladadora para que una vez que llegue el dinero a la unidad bancaria, pueda transportarse a las diferentes oficinas de acuerdo a su demanda semanal;
- ✓ un sistema de información, que incluya una base de datos para llevar un registro de todos los movimientos de efectivo, solicitudes y autorizaciones realizadas, así como el control de las demandas de preferencia diaria de cada oficina, para un mejor análisis posterior de las mismas;
- ✓ asignación de personal responsable de la administración del efectivo en cada concentradora.

Estas modificaciones son propuestas para que el trabajo de la empresa se vea mejorado una vez hecha la reorganización.

Capítulo 2. Instrumentos de análisis

2.1 ELEMENTOS TEÓRICOS

2.1.1 Localización de Servicios

Uno de los principales problemas a los que deben enfrentarse los tomadores de decisiones en una organización, empresa o institución gubernamental es la localización de algún servicio: en dónde es correcto situar algo, ¿cuál es el lugar más apropiado para abrir una nueva sucursal? ¿qué clase de restricciones se tienen para localizar un servicio? ¿hay costos extra? ¿existen barreras para poder localizarlos? son algunas de las preguntas que con frecuencia surgen y que pueden responderse mediante el uso de los modelos de localización de servicios.

La teoría de localización de servicios es una técnica que ofrece un gran potencial para la solución de problemas donde se tenga que ubicar geográficamente uno o más servicios para atender a un conjunto de usuarios.

En muchos de esos problemas el objetivo es encontrar la ubicación que minimice costos, que pueden ser considerados de manera distinta de acuerdo a las circunstancias y giro de la empresa como dinero, tiempo, distancia, número de usuarios perdidos o algún otro tipo de medida.

Los sistemas pueden ser representados para propósitos analíticos como redes, que son una topología de arcos y nodos en donde los nodos pueden representar ciudades, terminales y los arcos tuberías, caminos, cableado, etcétera. Existen modelos que permiten localizar a los servicios en cualquier parte del espacio, estos modelos son llamados continuos. Hay otros modelos que restringen la localización a un conjunto finito de sitios considerados previamente, éstos son llamados modelos discretos.

2.1.1.1 El problema de localización de servicios

El principal argumento de las teorías de localización se basa en el peso relativo de los costos de transporte en el costo total, la reducción de los costos motiva por ejemplo, a que determinadas actividades se ubiquen cerca de la fuente de materias primas, otras pueden situarse cerca del mercado al que orientan su producción. Por lo tanto la variable clave es la impedancia o los costos que ésta representa y que se traduce en distancia, gastos, tiempo e inconvenientes.¹

¹<http://www.eumed.net/tesis/2007/fjcv/teorias%20de%20localizacion.htm>

El problema de localización de servicios puede definirse como: “Dada la localización de cada usuario, su demanda y los costos implicados determinar el número de servicios, su ubicación geográfica y la capacidad de cada uno de ellos de tal forma que se optimicen los costos (mismos que pueden ser de transporte, de producción, de funcionamiento de instalación, etcétera y que sean los mínimos)”.

Los principales componentes de un problema de localización son:

Demanda: Interacción entre servicios y puntos de demanda.

Número de servicios: Cantidad de servicios que se desean localizar.

Medida de impedancia: Representación de la forma del recorrido entre los puntos de demanda y la ubicación de los servicios en el área de interés.

Espacio de soluciones: Diferentes lugares donde se puede ubicar un servicio.

Función objetivo: Función que permite evaluar soluciones alternativas y generalmente representa el costo total por ubicar el servicio.

Actualmente, la localización de servicios está muy vinculada con las técnicas de optimización, utilizando para su análisis y solución la programación matemática.

El problema de localización de servicios puede dividirse en dos subproblemas: 1), encontrar la localización de costo mínimo para los servicios y, 2), distribuir a costo mínimo la demanda a los servicios. En ambos casos el interés principal radica en minimizar (optimizar) costos, pues se busca es que la demanda sea atendida por el sitio próximo.

Existen distintas formas de clasificar los problemas de localización, a) características de los nuevos servicios; b) localización de servicios existentes; c) interacción entre servicios nuevos y existentes; d) características del espacio de solución; e) medida de distancia y f) tipo de función objetivo.

Una de las diferencias entre los modelos de localización es la forma como la demanda y los sitios para instalar los servicios son representados. Existen modelos planares, en los que la demanda ocurre en cualquier parte del plano y los servicios pueden ser localizados en cualquier lugar dentro del plano, modelos de localización en redes, en los cuales, la demanda y la localización de los servicios se dan en una estructura compuesta de nodos y arcos, y modelos discretos.

Los modelos discretos permiten el uso de distancias arbitrarias entre nodos, así la estructura de red se pierde y se tiene una clase de modelos más general que permite

ampliar el rango de problemas a resolver. Los problemas de localización discretos son generalmente formulados como problemas de programación entera mixta.

El modelo matemático para resolver problemas de programación entera es el de programación lineal con la restricción adicional de que las variables deben tener valores enteros (PE). Cuando solo es necesario que algunas de las variables tengan valores enteros, el modelo se conoce como de programación entera mixta (PEM).

También existe el problema que incluye decisiones del tipo “sí o no”, que solo pueden tomar dos valores, 0 y 1. Estas variables son binarias, entonces son llamados problemas de programación entera binaria (PEB).

Los factores determinantes en la dificultad computacional de un problema de PE son a) el número de variables enteras, b) si las variables enteras son binarias o generales, y c) cualquier estructura especial dentro del problema.²

Un problema de programación entera tendrá un número finito de soluciones factibles si es acotado, pero estos números pueden ser muy grandes, es decir, tener un crecimiento exponencial. Debido a esto los algoritmos no pueden garantizar la solución a todos los problemas e incluso puede ocurrir que algunos problemas pequeños puedan ser más difíciles de resolver que algunos más grandes.

Al ser un problema de optimización discreta, se trata de un problema NP, es decir, un problema polinomial no determinístico, y a su vez es un problema NP Duro porque resolverlo se encuentra en un rango difícil. Sin embargo, existen algunos problemas a los que ya puede dárseles una solución óptima mediante el uso de algunos algoritmos y hay problemas que por su enorme tamaño y complejidad tienen que ser resueltos mediante algoritmos heurísticos que ofrecen soluciones aproximadas que se consideran aceptadas.

Un algoritmo que se ha aplicado con cierto éxito a diversos problemas de investigación de operaciones es el de bifurcación y acotación.³ Este algoritmo redondea y acota variables enteras resultantes de la solución de los problemas lineales correspondientes. Este proceso de acotamiento y redondeo se hace de una manera secuencial lógica heurística que permite eliminar con anticipación un buen número de soluciones factibles alejadas del óptimo a medida que se itera. De tal manera que si una variable X_j , con $j = 1, \dots, n$, está acotada entre un límite inferior d_j , donde $j = 1, \dots, n$ y un límite superior entero u_j , $j = 1, \dots, n$, el proceso de bifurcación y acotación solo analiza un número muy pequeño de todas las posibles soluciones.

² Hiller Frederick S. (2006). Introducción a la investigación de Operaciones. Editorial McGraw Hill, México.

³ En inglés branch and bound algorithm. También conocido con el nombre de ramificación acotada.

Los pasos a seguir en este algoritmo son:

1. *“Resolver el problema entero por medio del método simplex de la programación lineal. Si la solución es entera, pare, se ha conseguido la solución óptima. Si no continúe con el paso 2.*
2. *Elegir arbitrariamente una variable entera X_j cuyo resultado en el paso 1 sea fracción e igual a X_{B_j} .*
3. *Resolver un par de nuevos problemas, similares al problema anterior, pero uno con la restricción adicional $X_j \leq \lceil X_{B_j} \rceil$, mientras que el otro tendrá la restricción adicional $X_j \geq \lfloor X_{B_j} \rfloor + 1$.*
4. *De los programas lineales resueltos en el paso 3, incluir en el análisis a seguir, sólo aquellos programas cuya solución (entera o fracción) sea mejor (mayor en el caso de maximización y menor en el caso de minimización), a cualquiera de las soluciones enteras conocidas.*
5. *Seleccionar aquel programa lineal que tenga el máximo (en problemas de minimización se busca el mínimo) valor de la función objetivo. Si las variables enteras tienen valor entero, se ha conseguido la solución óptima. Si no, regresar al paso 2 con la estructura del problema lineal resuelto en este paso.”⁴*

Actualmente existen diversos programas muy útiles para obtener la solución de problemas de tamaños considerables. LINGO es uno de ellos y hace uso del algoritmo de bifurcación y acotación.

⁴ Prawda W. Juan (2000). Métodos y modelos de investigación de operaciones I: Modelos Determinísticos. Editorial Limusa, México.

2.1.1.2 Modelo de localización de servicios

Existen n sitios localizados en una región, que requieren de un cierto producto. En el horizonte de planeación considerado, la demanda del producto en el sitio j es estimada en d_j unidades, para $i = 1, \dots, n$. Se ha decidido tener a lo más m plantas para manufacturar el producto. El costo de construir una planta en el sitio i es f_i , su capacidad de producción será a lo más de k_i unidades en el horizonte de planeación para $i = 1, \dots, m$. El costo de transportar una unidad desde el sitio i hasta el sitio j es c_{ij} . En la práctica, m será mucho menor que n , y el producto será enviado desde donde sea manufacturado, hasta todos los demás sitios de la región. El problema es determinar un subconjunto óptimo de sitios para localizar las plantas y una planeación de envíos sobre el horizonte completo, tal que se satisfagan las demandas al mínimo costo total, el cual incluye el costo de construir las plantas, así como los costos de transportación.

Determinar el subconjunto de sitios para la localización de las plantas es un problema de optimización combinatoria.

Una vez que la solución óptima para este problema combinatorio es conocida, la determinación de las cantidades a ser transportadas a lo largo de varias rutas se plantea como un simple problema de transporte.

El modelo de localización de servicios de programación entera mixta, es:

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^m f_i y_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq k_i y_i \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad \forall \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall \quad i, j \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$y_i = 0, 1 \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{Si una planta es localizada en el sitio } i \\ 0, & \text{En otro caso} \end{cases}$$

x_{ij} = Unidades de producto transportadas desde el sitio i hasta el sitio j

n : Número de oficinas que requieren cubrir su demanda d_j

m : Número de posibles plantas

c_{ij} : Costo de transportar una unidad desde el sitio i hasta el sitio j

k_i : Capacidad de producción de la planta i

f_i : Costo fijo de localizar la planta i

Las restricciones representan, (1) las unidades de producto transportadas serán menores o iguales a la capacidad de producción de la planta que será localizada; (2) las unidades de producto que serán transportadas deberán ser iguales a la demanda de la planta correspondiente; (3) las unidades de producto a transportar deberán ser mayores o iguales a cero, y (4) la decisión de si una planta será colocada o no deberá ser binaria.

2.1.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

2.1.2.1 Definición de los Sistemas de Información Geográfica

El contexto en el que surgen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es el de la “sociedad de la información”, en la que resulta esencial la disponibilidad de información para resolver problemas y responder dudas de modo inmediato.

Los SIG se componen de sofisticadas herramientas multipropósito con aplicaciones en diversos campos, por ello es que con mayor frecuencia son utilizados por los profesionales, especialmente los que trabajan en la planificación o en la resolución de problemas socioeconómicos y ambientales.

Los SIG se encuentran dentro de la familia de los Sistemas de Información, que pueden definirse como programas (o conjuntos de programas) diseñados para representar y manejar grandes volúmenes de datos, llevando a cabo tareas que antes se hacían de forma manual y con la probabilidad de cometer numerosos errores. Con ayuda de estas herramientas, actualmente estas tareas se han automatizado, permitiendo así el manejo óptimo de los datos evitando errores y disminuyendo de manera significativa el tiempo.

En la literatura especializada se pueden encontrar diversas definiciones de Sistema de Información Geográfica por varios autores, hechas a partir de la aplicación que le han dado a dichos sistemas. Una definición que las engloba es:

Un SIG es “un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión” (Gutiérrez, 1994).

En un SIG se almacena información de dos tipos: la que nos sirve para conocer la ubicación exacta de los elementos en el espacio, información cartográfica, y la que nos habla de los atributos de cada elemento geográfico, información alfanumérica.

La mayor utilidad de estos sistemas es su capacidad para representar y modelar el mundo real a partir de información almacenada en una base de datos relacional previamente estructurada y que pasando por diversos procedimientos permita resolver problemas espaciales orientados a la toma de decisiones, llevar a cabo simulaciones de situaciones que necesiten cambiarse, hacer representaciones gráficas del problema, realizar reportes estadísticos y consultas, etcétera.

2.1.2.2 Problemas que pueden resolverse con apoyo de las herramientas de los SIG

Lo que distingue a los SIG de otros sistemas de información es que espacializan los problemas con ayuda de técnicas y teorías provenientes de diversas disciplinas, siendo la Geografía integradora del conocimiento. La complejidad del mundo actual hace que las empresas comprendan la importancia de tomar decisiones relacionadas con el espacio: dónde localizar un servicio, cuál es el mejor camino para transportar su mercancía, qué lugar es el mejor para trazar un nuevo camino o carretera, etcétera. Todas las preguntas anteriores tienen una respuesta de tipo espacial.

Un SIG puede responder varios tipos de planteamientos espaciales:

Contexto gráfico. Es posible realizar una consulta en la que relacione información cartográfica con atributos contenidos en una base de datos. Las preguntas que pueden responderse en este caso son de tipo descriptivo como: ¿qué hay en...? y ¿qué hay cerca de...?

Condición. Mediante la generación de criterios y consultas el sistema debe tener la capacidad de indicar dónde se cumplen ciertas condiciones. La pregunta a responder en este caso es ¿dónde sucede que...?

Escenarios espaciales. Es una comparación entre hechos temporales distintos, lo que supone trabajar con varios modelos cartográficos. La pregunta en este caso es ¿qué ha cambiado o qué puede cambiar si...?

Modelos de redes. Es posible calcular el camino óptimo (el más corto, el más rápido o el menos costoso) entre dos puntos o más a través de una red. Aquí la pregunta que puede responderse es ¿cuál es la ruta óptima?

Patrones espaciales. El sistema puede detectar ciertas regularidades espaciales (por ejemplo, patrones de distribución de un fenómeno en un lugar determinado). ¿Qué pautas existen...? es la pregunta que puede resolverse.

Resumiendo, con apoyo de herramientas como los SIG, es posible generar un modelo para simular el efecto que producirían ciertos fenómenos en el mundo real antes de que ocurran.

Todas las cuestiones anteriores son de gran interés y ayuda en actividades de planificación y gestión. Los SIG son herramientas integradoras de alta tecnología para el tratamiento de información geográfica que actualmente es de gran utilidad en una amplia gama de campos disciplinarios, se visualiza que el futuro de estos sistemas será de mayor crecimiento y difusión.

Los campos de aplicación de estos sistemas son prácticamente infinitos y estamos en contacto con ellos en nuestra vida cotidiana sin darnos cuenta.

2.1.2.3 Aplicaciones de los SIG

Como se mencionó anteriormente, los campos de aplicación son muy diversos y van en aumento, en sus inicios se consideró que estos sistemas sólo eran útiles para la realización de cartografía automatizada e inventarios, pero en vista de que es posible relacionar bases de datos, realizar simulaciones y tomar decisiones basándose en los resultados arrojados por dichos sistemas, han tenido una amplia difusión y son una herramienta que para muchos ha permitido un acercamiento con la realidad y la posibilidad de analizar los problemas de una manera muy precisa, situación que antes era inimaginable.

En la iniciativa privada ha crecido la solicitud de dichos sistemas de información, ya que ofrecen alternativas que pueden dar solución a varios de los problemas con los que se enfrentan normalmente. El hecho de que los SIG combinen información espacial y una base de datos relacional que posea atributos de cada uno de los elementos geográficos, y que además pueda representarse gráficamente, es sumamente atractiva a quienes se encargan de tomar las decisiones importantes pues simplifica enormemente el planteamiento y solución de los problemas.

Los SIG son programas creados de manera multidisciplinaria pues para poder desarrollar todas sus aplicaciones se ha requerido la participación de profesionistas de distintos ramos, por lo que los problemas que pueden plantearse y resolverse son amplios pues pertenecen a distintos campos.

Algunos ejemplos de campos en los cuales los SIG han sido de mucha utilidad son:

- * Medio ambiente y recursos naturales
 - * Aplicaciones forestales
 - * Cambios en los usos de suelo
 - * Estudios de impacto ambiental
 - * Localización de vertederos

- * Transporte
 - * Mantenimiento y conservación de infraestructuras de transporte
 - * Trazado de infraestructuras lineales
 - * Impacto territorial de nuevas infraestructuras
 - * Sistemas de localización para automóviles

- * Protección civil: riesgos, desastres, catástrofes

- * Análisis de geomarketing

- * Planificación urbana.

2.1.3 Arcview 3

ArcView es un software de Sistemas de Información Geográfica desarrollado por el Environmental Systems Research Institute (ESRI), empresa que tuvo sus inicios en 1969. ArcView es un sistema completo para acceder, desplegar, consultar, analizar, modelar, modificar e imprimir datos geográficos. Una de las mayores ventajas que ofrece es el hecho de que posee un lenguaje de programación orientado a objetos de nombre Avenue que es de código abierto, lo que permite adaptar requerimientos del usuario y desarrollar aplicaciones con interfaces propias y rutinas de geoprocetamiento. Avenue puede ejecutarse desde cualquier plataforma donde corra ArcView y tiene herramientas que permiten que éste pueda trabajar y comunicarse con otras aplicaciones y programas, también ofrece módulos opcionales, algunos de los cuales son:

- Generación de simbología para mapas temáticos y sus respectivos reportes
- Soporte para edición robusta de vectores (cálculo de la topología en el momento de usar los datos)
- Permite el uso de archivos provenientes de otros programas como DWG y DXF de AutoCAD y DGN de Microstation
- Análisis de redes (como rutas óptimas, áreas de servicio)
- Análisis de percepción remota
- Análisis espacial

- Georreferenciación y digitalización de mapas

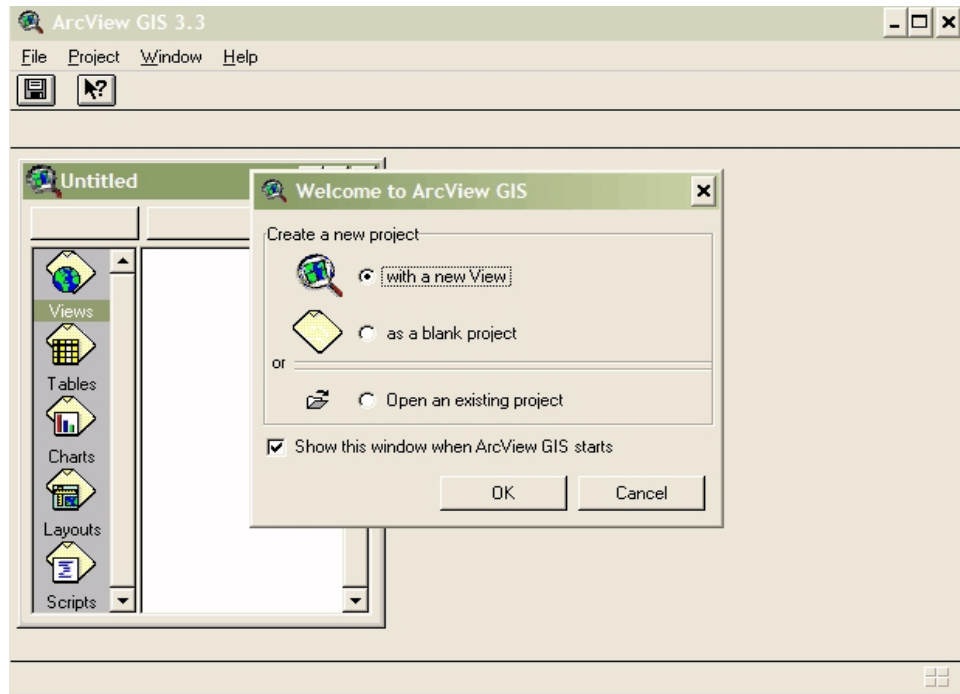


Figura 2.1 Vista de la ventana de entrada de ArcView 3

ArcView es una herramienta versátil para trabajar con datos geográficos y estadísticos, que para el caso de México, pueden descargarse gratuitamente desde diversas páginas de internet que contienen información de carácter oficial, como la del INEGI, en donde se tienen grandes acervos de datos con diversas temáticas.

Para la realización de este trabajo fue necesario recopilar y normalizar datos del estado de la República en el que se encuentran las oficinas. Además de contar con las herramientas, extensiones del programa, que permitieran generar la información que necesaria, como es el caso del Network Analyst que facilitó en cálculo de la distancia más corta entre dos o más sitios considerando la red carretera pavimentada.

La extensión mencionada hace uso del algoritmo de Dijkstra para determinar la ruta mínima entre un par origen destino (OD) en una red. Este algoritmo tiene aplicaciones en problemas de distribución y asignación de recursos. Sin embargo, la aplicación más robusta de los métodos de redes, es cuando se combinan los problemas de flujo máximo en una red a costo mínimo.

En el algoritmo de Dijkstra se considera que los arcos de una red pueden pertenecer a sólo uno de los siguientes conjuntos, mutuamente excluyentes:

- a) El arco pertenece a un árbol.
- b) El arco no pertenece a un árbol.

Al principio los arcos no pertenecen al árbol. En cada iteración, el algoritmo incrementa en uno el número de arcos en el árbol, hasta llegar a $n - 1$ arcos, donde n es el número de nodos en la red. Cuando el árbol queda formado por $n - 1$ arcos, el algoritmo llega a su conclusión y determina la solución del problema.⁵

Finalmente, se eligió la versión 3 debido a que es para los requerimientos de la investigación, se consideró que es igual de eficiente que las nuevas versiones, pero su instalación no demanda grandes recursos en la computadora. También se tomó en cuenta que es un software con el que se contaba y que había personas con grandes conocimientos en él en caso de requerir asesoramiento.

2.1.4 Software de solución: LINGO



LINGO (*LINEar Generalize Optimizer*) es una herramienta diseñada para la construcción, solución lineal, no lineal y optimización entera de modelos, de manera fácil y eficiente, de tal manera que permite analizar los resultados, LINGO es un paquete completamente integrado que incluye un potente lenguaje para expresar los modelos de optimización, en un entorno que permite la construcción y edición de problemas.

Uno de los rasgos más poderosos de LINGO es su aplicación en lenguaje de modelo matemático que permite expresar un problema de manera similar a la notación matemática además de poder expresar una serie entera de restricciones en una declaración compacta. Esto genera modelos que son más fáciles de manejar.

LINGO presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Formulación de problemas lineales, no lineales y enteros rápidamente y en formato legible, así como expresar modelos de una manera sencilla e intuitiva utilizando sumas y subíndices. Los modelos son más fáciles de construir, entender y mantener.
- ✓ Fácil manejo de los datos, pues permite construir modelos en los que la información se obtenga directamente de bases de datos y hojas de cálculo. Además los resultados pueden exportarse en hojas de cálculo o bases de datos haciendo más cómodo su posterior análisis.

⁵ Prawda W. Juan (2000). Métodos y modelos de investigación de operaciones I: Modelos Determinísticos. Editorial Limusa, México.

✓ Cuenta con un conjunto de funciones para la solución de problemas de optimización lineales, no lineales, cuadráticos, cuadráticamente limitados y enteros. No es necesario especificar qué tipo de método usar ya que LINGO analiza la formulación y automáticamente selecciona el adecuado.

✓ Pueden construirse y resolverse modelos dentro de LINGO, o bien, pueden llamarse desde otra aplicación escrita por el usuario ya que LINGO cuenta con interfaces DLL y OLE. LINGO también puede ser llamado directamente desde una macro de Excel o aplicación de base de datos.

La versión de LINGO más reciente es la 11 y la extensión de sus archivos es LG4.

2.2 METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA DE GIROS

A partir de la integración del problema y de las herramientas de análisis con las que se cuenta, se formuló y a continuación se describe la metodología usada para resolver el problema de GIROS.

2.2.1 Planteamiento del problema

GIROS expuso la manera en que ha trabajado a lo largo de los años que lleva en el ramo de las telecomunicaciones, los procedimientos de administración de sus oficinas y su tipo de organización y estructura. Explicó que el pedido de dinero se hace basándose en cálculos hechos de manera empírica, ya que las personas encargadas de manejar cada una de las oficinas sólo se apoyan en la experiencia que han obtenido a lo largo de todos sus años de trabajo.

El enunciado del problema que se estableció y planteó es: Necesitaban reorganizar sus oficinas de tal manera que la Gerencia Estatal no fuera la responsable de enviar el efectivo necesario a cada una de las oficinas ubicadas en el Estado de Oaxaca y que dicha estructura lograra minimizar los costos que hasta ahora les ha venido acarreado su actual organización. Haciendo que una oficina (que ahora se denominará concentradora), fuera encargada de otras dentro de un área determinada, se reduce la distancia que debe recorrer la trasladadora para llegar con los recursos a cada una de las oficinas.

2.2.2 Recopilación de información estadística y geográfica

Una vez que el problema quedó definido un paso importante fue saber con qué información se contaba y cuál era necesario obtener.

La empresa proporcionó: información estadística de la operación de sus oficinas, la demanda semanal de cada una, los municipios en que se encuentran ubicadas, y aquellos en que se localiza una unidad bancaria y con que se tiene un contrato, los costos fijados por la trasladadora para transportar el efectivo, además de explicar el funcionamiento de sus oficinas y de cómo han manejado hasta ahora el traslado de efectivo y los pedidos del mismo a la Gerencia Estatal.

El análisis del problema indicó que había información geográfica con la que no se contaba y que era necesario conseguir como el mapa base estatal y la cobertura de caminos y carreteras puesto que el modelo de localización de servicios con el que se propondría la solución a esta situación, requería de dichos datos.

Una vez que se obtuvo la información fue necesario clasificarla, seleccionar la información útil, normalizarla en un formato que fuera adecuado para el trabajo, crear las bases de datos y hacer que la información geográfica como los mapas de la república, los mapas de la red carretera, etcétera, coincidieran, es decir, tuvieran la misma proyección cartográfica.

2.2.3 Integración y análisis de datos mediante un Sistema de Información Geográfica (ArcView)

Como se explicó en el punto anterior, fue preciso recopilar información del Estado de Oaxaca, necesaria para poder llevar a cabo la construcción de modelo. Dicha información fue integrada en un Sistema de Información Geográfica, en este caso, ArcView, que permitió la localización de las oficinas de GIROS y de las unidades bancarias, y la obtención de la distancia en kilómetros a partir de cada uno de los municipios en donde hay oficinas hacia todos los demás. Este dato era muy importante debido a que es la base para poder obtener los costos por trasladar el dinero.

2.2.4 Construcción de un modelo de localización de servicios

Se seleccionó un modelo de localización de servicios que se adecuara a la situación y al que le fueron agregadas las restricciones pertinentes para que el modelo devolviera los resultados esperados. El modelo empleado para poder resolver el problema podrá verse en el Capítulo 3.

Un modelo de este tipo permitiría definir cuántas y qué oficinas serían designadas para funcionar como concentradoras y también qué oficinas estarían a su cargo. Además, buscaría que esta estructura fuera la de mínimo costo, puesto que esta variable sería incluida en el modelo.

Cabe mencionar que se hicieron las pruebas y validaciones necesarias hasta que el modelo dió resultados coherentes y lógicos con la situación, y se obtuvo la organización deseada por GIROS.

2.2.5 Solución del modelo de localización de servicios

Una vez que se planteó el modelo considerando todas las circunstancias y restricciones necesarias, se resolvió mediante un algoritmo que pudiera trabajar con un problema del tipo entero mixto, específicamente del tipo de bifurcación y acotación. Para facilitar la solución del modelo se utilizó un software que mediante el algoritmo mencionado y la capacidad de trabajar con una gran cantidad de variables, lograra encontrar la solución óptima del modelo como es LINGO 10.0, software que fue proporcionado por el Departamento de Sistemas de la DEPFI, UNAM.

2.2.6 Presentación de resultados y conclusiones

Se definió mediante el modelo el número de oficinas que quedarían como concentradoras, además de cuáles y cuántas oficinas estarían a su cargo. Teniendo la información necesaria, con ayuda de ArcView, se representó en un mapa a escala estatal cuáles eran las oficinas concentradoras y cuáles las que quedaban bajo el control de éstas.

Como conclusión, se llegó al modelo requerido por la empresa minimizando los costos de envío y optimizando la organización de las oficinas.

2.3 DATOS (FUENTES Y PROCESAMIENTO)

Los datos requeridos para la solución del proyecto fueron facilitados por la empresa. Estos datos fueron parte importante para el planteamiento del problema y para su solución.

Los datos proporcionados por GIROS fueron:

- ▶ Información de la ubicación de bancos y cajas generales
- ▶ Ubicación de cada una de las oficinas en el Estado de Oaxaca
- ▶ Información sobre los costos de traslado del efectivo (precios establecidos con la trasladadora)
- ▶ Las demandas semanales de cada una de las oficinas
- ▶ Las cuotas de riesgo por trasladar el dinero
- ▶ Estadísticas acerca de asaltos a las oficinas
- ▶ Tablas con hora y días en que labora cada una de las oficinas

La información necesaria para poder trabajar en ArcView fue obtenida directamente de la página del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), con ello se garantizó que se tratase de información oficial. Dicha información consistió en:

- ▶ Marco Geoestadístico Estatal (cartografía digital e información estadística, del que se acotó el Estado de Oaxaca para mayor facilidad al trabajar);
- ▶ Marco Geoestadístico Municipal (cartografía digital e información estadística de los municipios del Estado de Oaxaca);
- ▶ Cartografía digital de las carreteras de toda la República (se acotó la parte del Estado de Oaxaca);
- ▶ Información sobre los nombres y claves de cada localidad.

Capítulo 3. Desarrollo del proyecto

Con la finalidad de entender de forma clara la solución del problema y la estructura que finalmente se obtuvo, en este capítulo, se explican los pasos que se siguieron, así como los criterios que fueron tomados y la razón por qué fueron la opción más adecuada para resolver el planteamiento.

3.1 MANEJO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Para llegar a la solución del problema, se requirió cierta información geográfica de carácter básico como es la cartografía de la República Mexicana con división estatal y municipal y un mapa de carreteras para poder determinar las distancias entre oficinas. Por defecto, el sistema de unidades con que trabaja ArcView son los grados decimales, es decir coordenadas geográficas, es por ello que al requerir unidades en sistema métrico decimal para determinar las distancias, se debe hacer un ajuste a la proyección adecuada, en México se utilizan principalmente dos sistemas: El UTM (*Universal Transversal Mercator*) y la proyección cónica conforme de Lambert (LLC).

El sistema UTM consiste en una proyección cilíndrica, que en su desarrollo, genera 60 “zonas” o husos sucesivos para cubrir la totalidad del globo terrestre. Cada zona UTM mide 6° de longitud (3° hacia el este y 3° hacia el oeste) por 80° del latitud al norte y al sur.

Proyección cónica conforme de Lambert (*Lambert Conformal Conic*). Esta proyección es útil para representar 2 o más zonas UTM y extensiones amplias como continentes y tanto el sistema UTM como el LLC tienen como unidades los metros.

Los parámetros utilizados por INEGI para representar a la República Mexicana con la proyección cónica conforme de Lambert son:

| | |
|-----------------------|-------------|
| Esferoide | Clarke 1866 |
| Meridiano Central | -102 |
| Latitud de Referencia | 14 |
| Primer Paralelo | 17.5 |
| Segundo Paralelo | 29.5 |
| Falso Este | 2500000 |
| Falso Norte | 0 |

Los mapas de la República Mexicana y de carreteras, se obtuvieron de la información geográfica que maneja INEGI, ambos se cambiaron al sistema UTM por facilidad de manejo.

El procedimiento para cambiar la proyección es el siguiente:

1. Se obtiene el tema en formato vectorial que contiene el mapa en proyección cónica conforme de Lambert.

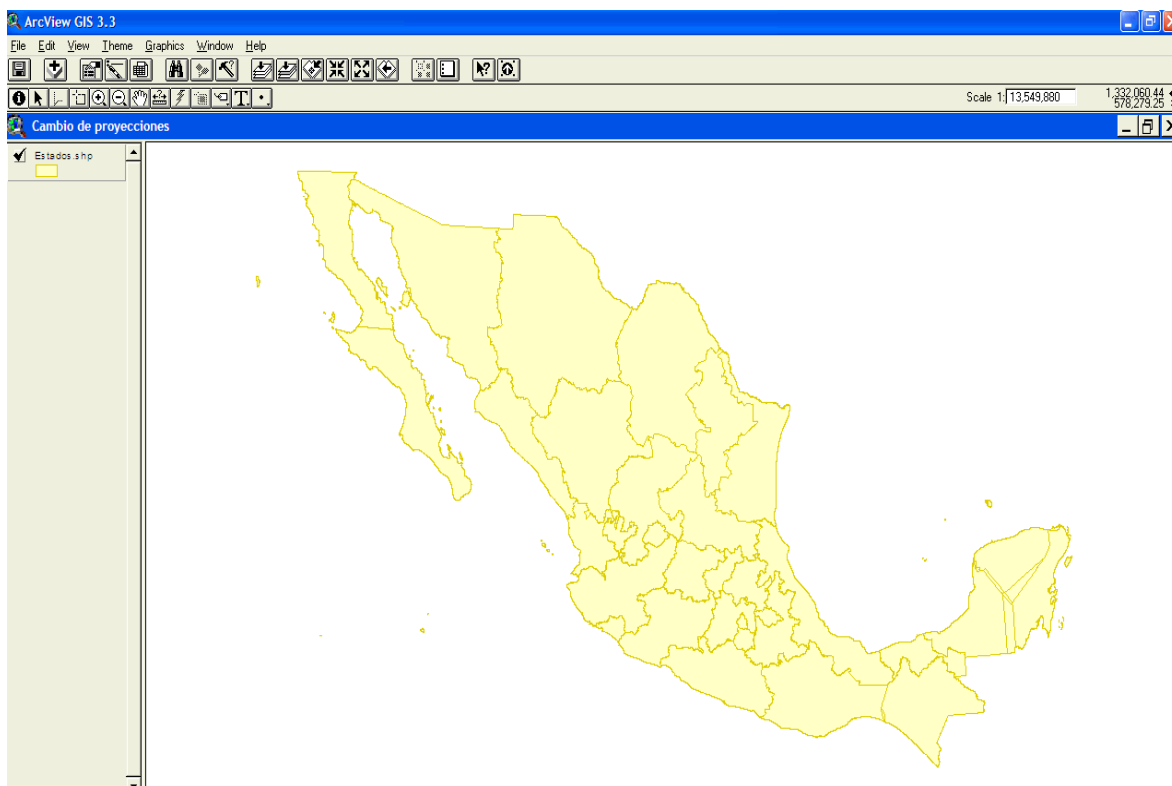
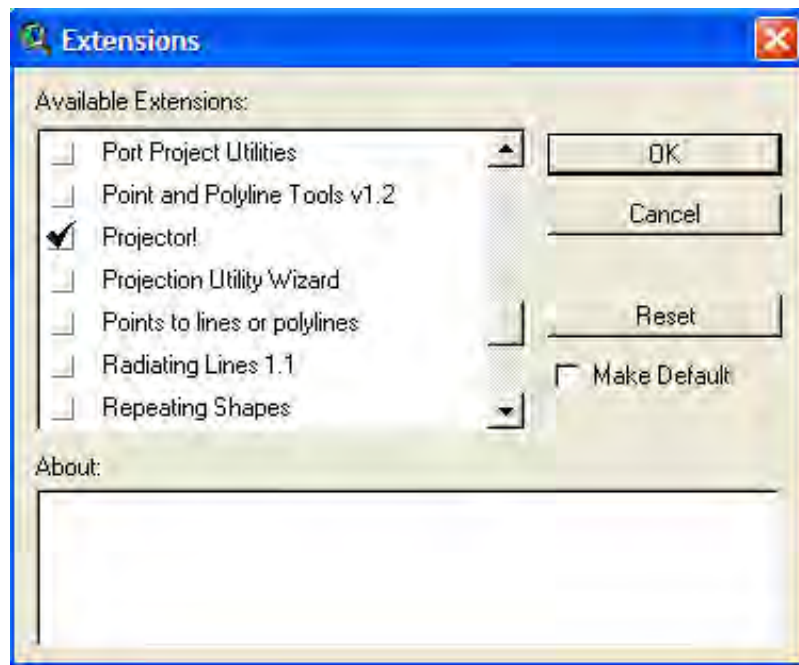


Figura 3.1. Proyección Cónica conforme de Lambert de la República Mexicana
Fuente datos: INEGI

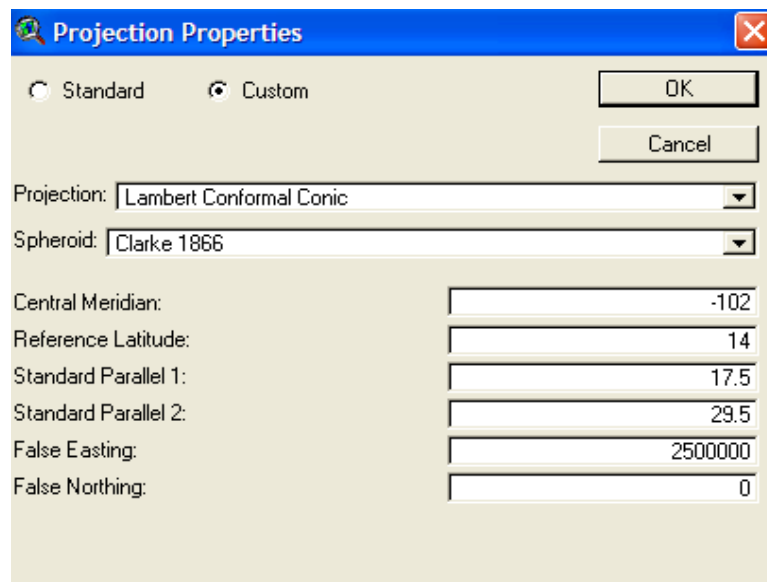
2. Se carga la extensión Projector!, del menú File ->Extensions...



En la interface de Vista (view) aparecerá el icono de Change projection:

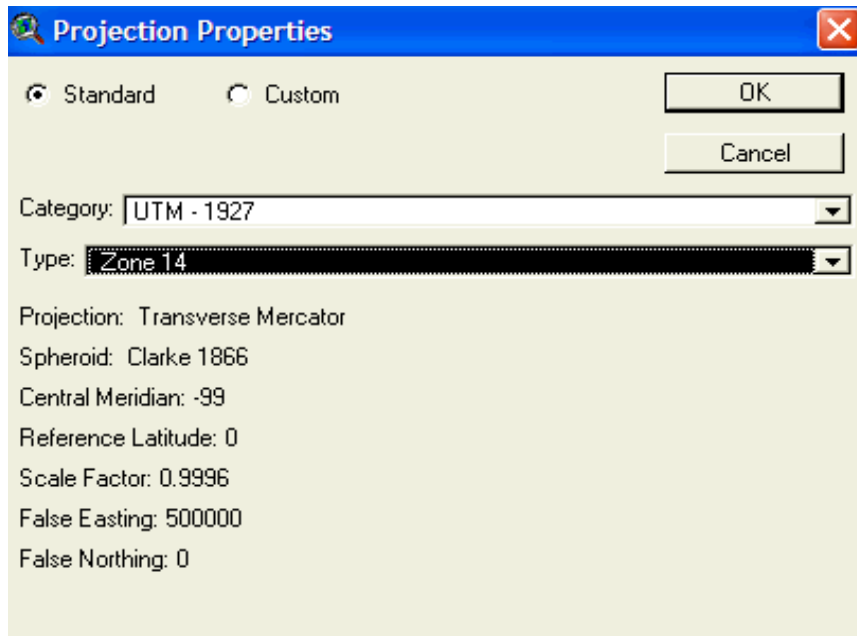


Al seleccionarlo, aparecerá el siguiente cuadro de diálogo, que requiere los parámetros de la proyección de origen:



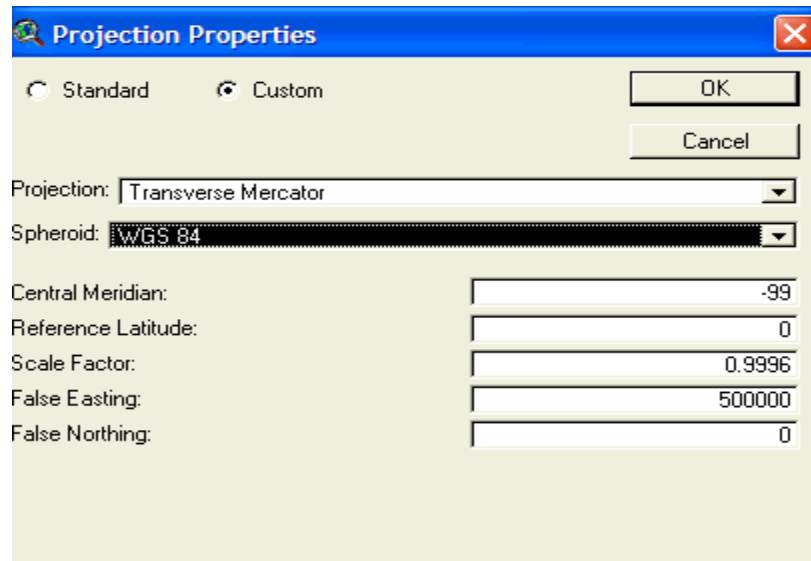
En el cuadro de diálogo mostrado en la imagen anterior se selecciona la opción de *Custom*, para elegir en *Projection Lambert Conformal Conic*, y se especifican los parámetros mencionados anteriormente para la República Mexicana. Después de aceptar, aparece un cuadro dónde especificaran las unidades de salida como metros, se oprime aceptar.

Posteriormente, aparecerá un cuadro de diálogo similar, en el cual se deben introducir los parámetros de la proyección en la que se desea trabajar.



En el cuadro que se muestra en la imagen anterior se selecciona la opción *standard*, la categoría *UTM 1927* y en *Type*, la zona *14* que es la correspondiente al Estado de Oaxaca, posteriormente en *Custom*, se elige en *projection* la *Transverse Mercator* (Sistema UTM) y en *Spheroid* *WGS 84*.

El cuadro de diálogo siguiente muestra los datos mencionados:



Finalmente, aparece la opción de recalcular áreas y perímetros, que se debe aceptar dado que el cambio de proyección altera estos valores, posteriormente el programa solicita el nombre del archivo con la nueva proyección, y lo agrega a la vista. Se pregunta el nombre que se desea poner a la nueva proyección, y se agrega a la vista.



Figura 3.2. Proyección Cónica conforme de Lambert y Proyección UTM de la República

Por último, se realiza el mismo procedimiento para el sistema de carreteras y para la cobertura de municipios.



**Figura 3.3. Proyección UTM del sistema de Carreteras de la República Mexicana.
Fuente datos: INEGI**

Una vez que se normalizaron las coberturas cartográficas en la proyección adecuada, se revisó la información asociada a cada uno, para el caso de los estados y municipios se tiene la siguiente información:

Cve_ent: Clave de la entidad de la república mexicana, la clave para Oaxaca es 20.

Cve_mun: Clave del municipio en cuestión.

Clave: Clave compuesta por la clave de la entidad y la clave del municipio.

Nom_ent: Nombre de la entidad de la república mexicana.

Nom_mun: Nombre del municipio en cuestión.

Total_pol: Número de polígonos representados con esa Clave.

Oid: Número consecutivo de registro.

| Clave | Cve_ent | Nom_ent | Cve_mun | Nom_mun | Total_pol | Oid |
|-------|---------|-----------------|---------|----------------------|-----------|-----|
| 1001 | 01 | Aguascalientes | 01 | Aguascalientes | 1 | 1 |
| 1002 | 01 | Aguascalientes | 02 | Asientos | 1 | 2 |
| 1003 | 01 | Aguascalientes | 03 | Calvillo | 1 | 3 |
| 1004 | 01 | Aguascalientes | 04 | Cosío | 1 | 4 |
| 1005 | 01 | Aguascalientes | 05 | Jesús María | 1 | 5 |
| 1006 | 01 | Aguascalientes | 06 | Pabellón de Arteaga | 1 | 6 |
| 1007 | 01 | Aguascalientes | 07 | Rincón de Romos | 1 | 7 |
| 1008 | 01 | Aguascalientes | 08 | San José de Gracia | 1 | 8 |
| 1009 | 01 | Aguascalientes | 09 | Tepezalá | 1 | 9 |
| 1010 | 01 | Aguascalientes | 10 | El Llano | 1 | 10 |
| | | | | San Francisco de los | | |
| 1011 | 01 | Aguascalientes | 11 | Romo | 1 | 11 |
| 2001 | 02 | Baja California | 01 | Ensenada | 44 | 12 |
| 2002 | 02 | Baja California | 02 | Mexicali | 16 | 13 |
| 2003 | 02 | Baja California | 03 | Tecate | 1 | 14 |
| 2004 | 02 | Baja California | 04 | Tijuana | 4 | 15 |
| 2005 | 02 | Baja California | 05 | Playas de Rosarito | 1 | 16 |
| | | Baja California | | | | |
| 3001 | 03 | Sur | 01 | Comondú | 5 | 17 |
| | | Baja California | | | | |
| 3002 | 03 | Sur | 02 | Mulegé | 9 | 18 |
| | | Baja California | | | | |
| 3003 | 03 | Sur | 03 | La Paz | 11 | 19 |
| | | Baja California | | | | |
| 3008 | 03 | Sur | 08 | Los Cabos | 1 | 20 |
| | | Baja California | | | | |
| 3009 | 03 | Sur | 09 | Loreto | 15 | 21 |

Tabla 3.1. Ejemplo de la información tabular asociada al mapa de la República Mexicana con Estados y Municipios

Para el caso de la cobertura de la red carretera se tiene asociada la siguiente información:

Objectid: Identificador de objeto.

Tipo: Tipo de carretera registrada, ya sea pavimentada o terracería.

Derecho: Si la carretera es de acceso libre, cuota o sin información.

Administra: Indica si la carretera es administrada de manera federal o estatal.

Condición: Indica si la carretera se encuentra en operación o no se cuenta con esa información.

Entidad: Descriptor de objeto geográfico (carretera).

No_carrile: Número de carriles del segmento.

Shape_len: Longitud dl segmento.

| Objectid | Tipo | Derecho | Administra | Condicion | Entidad | No_carrile | Shape_len |
|----------|-------------|---------|------------|-----------------|-----------|------------|-------------|
| 943 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 1853.149539 |
| 944 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 15537.29353 |
| 945 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 504.7196006 |
| 946 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 390.9943828 |
| 947 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 5676.114327 |
| 948 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 7023.045259 |
| 963 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 12752.85042 |
| 964 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 9568.989047 |
| 974 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 20101.20482 |
| 975 | Pavimentada | Libre | Federal | En operación | CARRETERA | 2 Carriles | 5417.65013 |

Tabla 3.2. Ejemplo de la información asociada a la cobertura de carreteras de la República Mexicana

Posteriormente, se procesó la información proporcionada por GIROS, en la que se especificaban los municipios de Oaxaca con oficinas y se hicieron algunos ajustes a dicha información para poder relacionarla con la cartografía, y así poder ubicar las oficinas y los bancos geográficamente, los ajustes consistieron en:

1. Investigar los nombres correctos de las localidades donde GIROS había indicado que existían oficinas, ya que no emplearon el nombre oficial manejado por INEGI y GIROS no hizo distinción entre nombre del municipio y nombre de la localidad, por lo que la información se encontraba mezclada. A continuación se presenta una muestra de la tabla que indica en la primera columna el nombre que GIROS maneja, en la segunda columna el nombre que INEGI maneja para el Municipio y en la tercera columna el nombre que INEGI maneja para la localidad, esto tuvo que hacerse para las 60 oficinas existentes en Oaxaca.

| Información de GIROS | Nombre del Municipio | Nombre de la Localidad |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA |
| EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO |
| TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO |
| ZIMATLAN | ZIMATLAN DE ALVAREZ | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA |
| TLACOLULA | TLACOLULA DE MATAMOROS | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| SILACAYOPAM | SILACAYOAPAM | SILACAYOAPAM |
| CALIHUALA | CALIHUALA | CALIHUALA |
| TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA |
| CHOAPAN | SANTIAGO CHOAPAN | SANTIAGO CHOAPAN |
| TLACOTEPEC | TLACOTEPEC PLUMAS | TLACOTEPEC PLUMAS |
| SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA |
| TALEA | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA TALEA DE CASTRO |
| VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO |

Tabla 3.3. Ejemplo de ajuste de nomenclatura de localidades en las que se encuentran las oficinas de GIROS ¹

- Se construyó una clave para los municipios tomando la clave de la entidad y la clave del municipio de la tabla de INEGI, ésta última cuenta con todos los registros de municipios de Oaxaca que en total son 570. Una vez construida la clave se utilizó el software Access (Manejador de Base de Datos) para poder obtener la información solamente de las oficinas de GIROS al relacionar su clave correspondiente, obteniéndose la siguiente tabla:

| NOM_ENT | CLAVE | NOM_MUN | NOM_LOC | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD |
|---------|-------|------------------------------------|------------------------------------|---------|----------|---------|
| Oaxaca | 20526 | SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA | 160622 | 970839 | 478 |
| Oaxaca | 20028 | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 163347 | 964357 | 1460 |
| Oaxaca | 20152 | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO | 172900 | 981605 | 1380 |
| Oaxaca | 20570 | ZIMATLAN DE ALVAREZ | ZIMATLAN DE ALVAREZ | 165158 | 964706 | 1500 |
| Oaxaca | 20277 | VILLA SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA | 163050 | 965840 | 1400 |
| Oaxaca | 20551 | TLACOLULA DE MATAMOROS | TLACOLULA DE MATAMOROS | 165715 | 962845 | 1600 |
| Oaxaca | 20537 | SILACAYOAPAM | SILACAYOAPAM | 173008 | 980838 | 1640 |
| Oaxaca | 20011 | CALIHUALA | CALIHUALA | 173150 | 981642 | 1320 |
| Oaxaca | 20528 | SANTOS REYES TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO | 172615 | 975618 | 1940 |
| Oaxaca | 20156 | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 172015 | 960905 | 1230 |

Tabla 3.4. Ejemplo de las oficinas de GIROS vinculada con información de INEGI ²

¹ Ver Tabla A.1 del Anexo para consultar la tabla completa

² Ver Tabla A.2 del Anexo para consultar la tabla completa

Asimismo, GIROS proporcionó los municipios y localidades en los cuales existían bancos, esto ayudó para determinar las oficinas que podrían ser concentradoras, sin embargo, se presentó el mismo problema de nomenclatura de las oficinas, por lo que se homologaron con los nombres de INEGI y también se utilizó el software Access para obtener una tabla que contuviera la información necesaria, es decir, la clave de INEGI que mostrara únicamente los municipios en los cuales existían oficinas de GIROS, evidentemente se protegen los nombres de los bancos.

| Clave | NOMBRE LOCALIDAD | Sucursales Banco 1 | Sucursales Banco 2 | Sucursales Banco 3 | Sucursales Banco 4 | Sucursales Banco 5 |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 20006 | ASUNCION NOCHIXTLAN | 1 | 1 | | | |
| 20010 | LAGUNAS | 1 | | | | |
| 20014 | CIUDAD IXTEPEC | 1 | 1 | | | |
| 20039 | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 20042 | IXTLAN DE JUAREZ | | | | 1 | |
| 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20044 | LOMA BONITA | 1 | | 1 | | |

Tabla 3.5. Tabla ejemplo de los bancos contratados por GIROS con información de INEGI ³

Una vez que se contó con la información organizada, se separó el estado de Oaxaca del resto de los estados de la República Mexicana y se localizaron las oficinas de GIROS, esto con el fin de tener una mejor visión de los resultados una vez que se obtuvieran, quedando de la siguiente manera:

³ Ver Tabla A.3 del Anexo para consultar la tabla completa

Municipios con entidad bancaria y oficinas de Giros en el Estado de Oaxaca

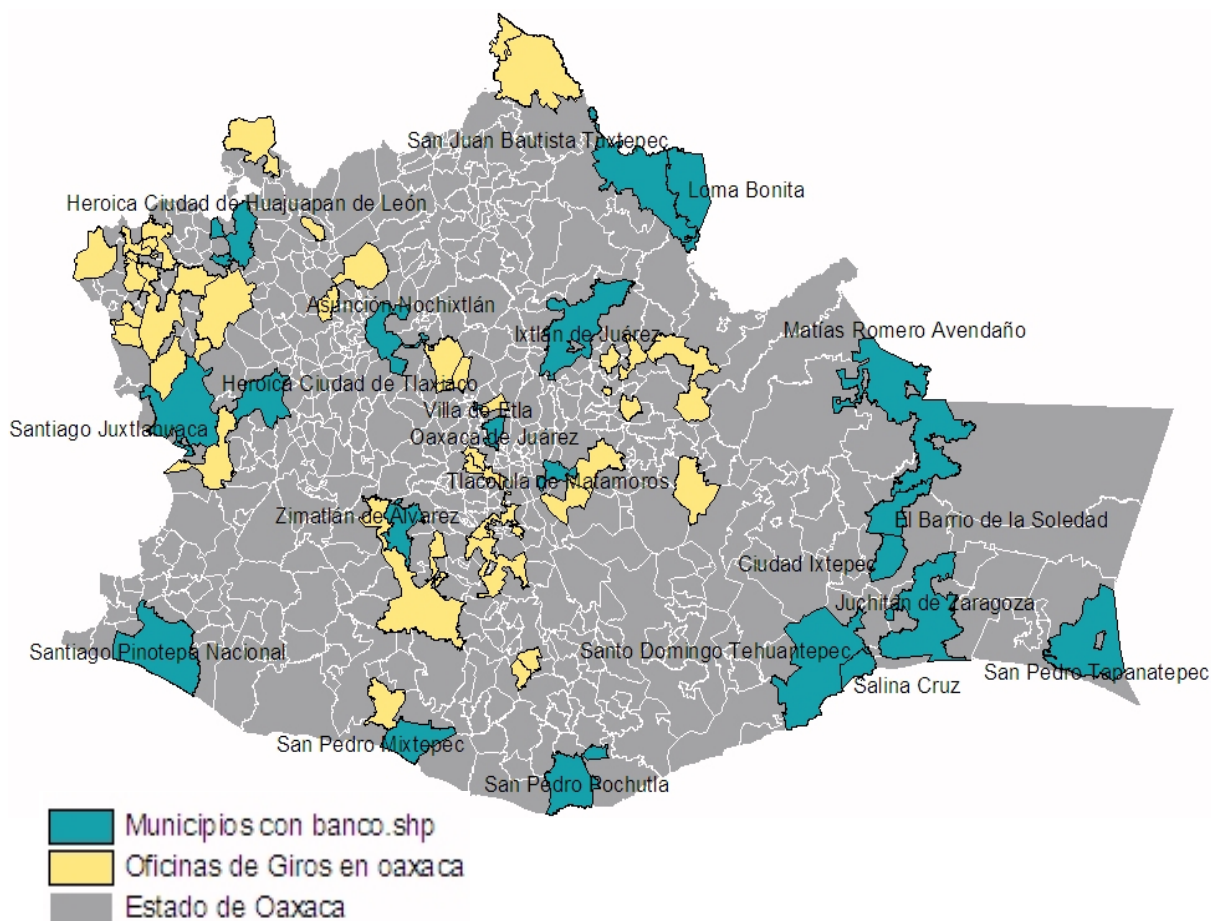


Figura 3.5. Ubicación de Bancos y Oficinas de GIROS en el Estado de Oaxaca
Fuente datos: INEGI

3.2 MANEJO DE LA DEMANDA

GIROS trabaja dos tipos de servicios: financieros (como el envío de dinero, pago de nóminas) y normales (por ejemplo, el envío de telegramas), en los cuales está implicado el manejo de efectivo, GIROS solicitó que se hiciera un análisis semanal debido al movimiento constante en el que se encuentra el efectivo, por tanto, se le solicitó a GIROS la información del promedio semanal que se manejaba tanto para servicios financieros como normales para cada una de las oficinas de Oaxaca.

| Municipio | Servicios financieros en \$ | Servicio normal en \$ |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| SANTOS REYES NOPALA | 156458 | 105890 |
| HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 57369 | 160290 |
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 31292 | 10518 |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 3707 | 234621 |
| VILLA SOLA DE VEGA | 108189 | 112665 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 9072 | 187469 |
| SILACAYOAPAM | 261964 | 48706 |
| CALIHUALA | 1250 | 8959 |
| SANTOS REYES TEPEJILLO | 5131 | 26182 |
| SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 150092 | 71393 |

Tabla 3.6. Ejemplo la información proporcionada por GIROS de cantidad de dinero utilizadas para servicio financiero y servicio normal ⁴

Se consideró que para la resolución del problema no era fundamental la diferenciación entre servicio normal y servicio financiero, ya que finalmente se trata del dinero total con el que la oficina debe contar, por esta razón se realizó una tabla de demanda total, como se muestra a continuación.

| Oficina | Demanda semanal en U.E. |
|--------------------------------|--------------------------------|
| SANTOS REYES NOPALA | 26.44136 |
| HEROICA CD DE EJUTLA DE CRESPO | 22.35806 |
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 4.257844 |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 24.54361 |
| VILLA SOLA DE VEGA | 22.6974 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 18.4571 |
| SILACAYOAPAM | 31.2948 |
| CALIHUALA | 0.9904 |

Tabla 3.7. Ejemplo de la demanda de cada oficina de GIROS ⁵

⁴ Ver Tabla A.4 del Anexo para consultar la tabla completa

⁵ Ver Tabla A.5 del Anexo para consultar la tabla completa

Se asignó un identificador único en formato numérico a cada una de las oficinas de GIROS y a cada una de las posibles concentradoras para poder definir el modelo, resolverlo e interpretar los resultados.

El código para cada una de las posibles 21 oficinas que pueden ser concentradoras.

| Código | Oficina |
|---------------|-------------------------------------|
| 01 | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| 02 | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| 03 | EL BARRIO DE LA SOLEDAD |
| 04 | LOMA BONITA |
| 05 | OAXACA DE JUAREZ |
| 06 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL |
| 07 | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON |
| 08 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC |
| 09 | ASUNCION NOCHIXTLAN |
| 10 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO |
| 11 | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| 12 | SANTIAGO JUXTLAHUACA |
| 13 | SALINA CRUZ |
| 14 | SAN PEDRO TAPANATEPEC |
| 15 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO |
| 16 | SAN PEDRO MIXTEPEC |
| 17 | IXTLAN DE JUAREZ |
| 18 | CIUDAD IXTEPEC |
| 19 | VILLA DE ETLA |
| 20 | SAN PEDRO POCHUTLA |
| 21 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC |

Tabla 3.8. Código numérico de posibles concentradoras

El código para cada una de las oficinas se muestra a continuación:

| Código | Oficina |
|---------------|---------------------------------|
| 01 | SANTOS REYES NOPALA |
| 02 | HEROICA CD. DE EJUTLA DE CRESPO |
| 03 | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO |
| 04 | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| 05 | VILLA SOLA DE VEGA |
| 06 | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| 07 | SILACAYOAPAM |
| 08 | CALIHUALA |
| 09 | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| 10 | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA |
| 11 | SANTIAGO CHOAPAM |
| 12 | TLACOTEPEC PLUMAS |
| 13 | SANTIAGO CHAZUMBA |
| 14 | VILLA TALEA DE CASTRO |
| 15 | VILLA HIDALGO |
| 16 | SAN PABLO VILLA DE MITLA |
| 17 | SANTIAGO ZACATEPEC |
| 18 | SANTIAGO TAMAZOLA |
| 19 | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA |
| 20 | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO |
| 21 | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA |
| 22 | VILLA DE ZAACHILA |
| 23 | MARISCALA DE JUAREZ |
| 24 | CUILAPAM DE GUERRERO |
| 25 | ZAPOTITLAN LAGUNAS |
| 26 | SANTIAGO MATATLAN |
| 27 | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| 28 | OCOTLAN DE MOREOS |
| 29 | SANTA LUCIA MIAHUATLAN |
| 30 | LOMA BONITA |

Tabla 3.9. Ejemplo de código numérico de las Oficinas de GIROS ⁶

Así, por ejemplo: $153.76 x_{0101}$, significa que el costo de ir del municipio de Zimatlán de Álvarez al de Santos Reyes Nopala es de 143.395 por U.E. (Unidades de Envío), lo que puede comprobarse al ver la tabla de costos.

⁶ Ver Tabla A.6 del Anexo para consultar la tabla de código numérico completa

3.3 PLANTEAMIENTO DEL MODELO

El modelo de localización de servicios que se usó para resolver el problema fue de programación entera mixta y se expresa a continuación:

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^m f_i y_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq k_i y_i \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad \forall \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall \quad i, j \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$y_i = 0, 1 \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{Si una planta es localizada en el sitio } i \\ 0, & \text{En otro caso} \end{cases}$$

x_{ij} = Unidades transportadas desde el sitio i hasta el sitio j

n : Número de oficinas que requieren cubrir su demanda d_j

m : Número de posibles plantas

c_{ij} : Costo de transportar una unidad desde el sitio i hasta el sitio j

k_i : Capacidad de producción de la planta i

f_i : Costo de localizar la planta i

Las restricciones representan: (1) que las unidades de producto transportadas serán menores o iguales a la capacidad de producción de la planta que será localizada; (2) que las unidades de producto que serán transportadas deberán ser iguales a la demanda de la planta correspondiente; (3) que las unidades de producto a transportar deberán ser mayores o iguales a cero y, (4) que la decisión de si una planta será colocada o no deberá ser binaria.

Al realizar las modificaciones necesarias para ajustar el modelo al problema que presenta GIROS, se debe agregar una restricción, en este caso la que a continuación se muestra como la ecuación (2), restricción que indica que las cantidad a enviar será mayor o igual al mínimo que puede enviar una concentradora.

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^m f_i y_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq k_i y_i \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \geq p_i y_i \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j \quad \forall \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall \quad i, j \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$y_i = 0, 1 \quad \forall \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{Si una planta es localizada en el sitio } i \\ 0, & \text{En otro caso} \end{cases}$$

x_{ij} = Unidades transportadas desde el sitio i hasta el sitio j

n : Número de oficinas que requieren cubrir su demanda d_j

m : Número de posibles plantas

c_{ij} : Costo de transportar una unidad desde el sitio i hasta el sitio j

k_i : Capacidad de producción de la planta i

f_i : Costo de localizar la planta i

p_i : Cantidad mínima de dinero que deberá manejar la oficina para ser concentradora

Para poder determinar el costo que implica llevar el dinero desde un sitio *i* hasta un sitio *j*, se consideraron varios factores e información proporcionada por GIROS en este aspecto:

1. La trasladadora de valores tiene un costo fijo de \$177.13 por viaje, independientemente de dónde se dirija.
2. La cuota de riesgo que maneja la trasladadora es de \$1,980 por cada millón de pesos trasladados.
3. La trasladadora cobra \$15.56 por kilómetro recorrido.
4. La manera de trasladar el dinero es mediante sobres y envases, cada envase puede llevar \$50,000 y cada sobre \$10,000.
5. Los envases deben llevar sello de plomo que tiene un costo de \$1.48.
6. La trasladadora cobra tarifa de viaje especial cuando el destino presenta un acceso difícil, esta cantidad varía dependiendo del lugar.

| Viajes Especiales | Costo |
|----------------------------|--------------|
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | \$8,539.01 |
| SANTOS REYES TEPEJILLO | \$8,065.69 |
| SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | \$8,302.35 |
| SANTIAGO CHOAPAM | \$9,327.87 |
| VILLA TALEA DE CASTRO | \$8,065.69 |
| SANTIAGO ZACATEPEC | \$10,116.73 |
| SANTIAGO TAMAZOLA | \$1,195.61 |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | \$8,460.12 |

Tabla 3.10. Cuotas de viaje especial hacia ciertas oficinas de GIROS

7. Debido a que generalmente se manejan costos unitarios, era poco práctico considerar una unidad como un peso, por ello, se estableció que la unidad serían \$10,000, manejando entonces U.E. (Unidades de Envío) para la demanda de cada una de las oficinas.

Ahora bien, el costo por llevar dinero de un sitio a otro estaría dado por:

$$c_{ij} = \frac{CFV + CVE + C_S + C_e + d_{ij}C_{km}}{D} + R$$

Donde:

c_{ij} : Costo del viaje del sitio i al sitio j

CFV : Costo fijo por viaje del sitio i al sitio j

CVE : Costo por viaje especial del sitio i al sitio j

C_S : Costo del número de sobres que ocupa la trasladadora (incluye sello de plomo)

C_e : Costo del número de envases que ocupa la trasladadora

d_{ij} : Distancia en kilómetros del sitio i al sitio j

C_{km} : Costo por kilómetro que cobra la trasladadora para ir del sitio i al sitio j

D : Demanda del sitio j en U.E. (Unidades de Envío)

R : Cuota de riesgo por cada U.E. (Unidades de Envío)

1 U.E. = \$10,000

Como puede observarse una variable importante es la distancia en Km del sitio i al sitio j , ya que la trasladadora cobra por km recorrido, así es necesario realizar una matriz de distancias de cada una de las posibles concentradoras hacia cada una de las oficinas, esta matriz es de 21x60.

Con ayuda de ArcView se determinaron las distancias mínimas entre oficinas, cabe señalar que ArcView utiliza el Algoritmo de Dijkstra (algoritmo del que se habla en el Capítulo 2). Se utilizó la extensión Network Analyst sobre la red de carreteras para poder realizar este análisis, a continuación se muestra en la imagen de una ruta calculada para un par origen-destino en particular.

Ruta Óptima

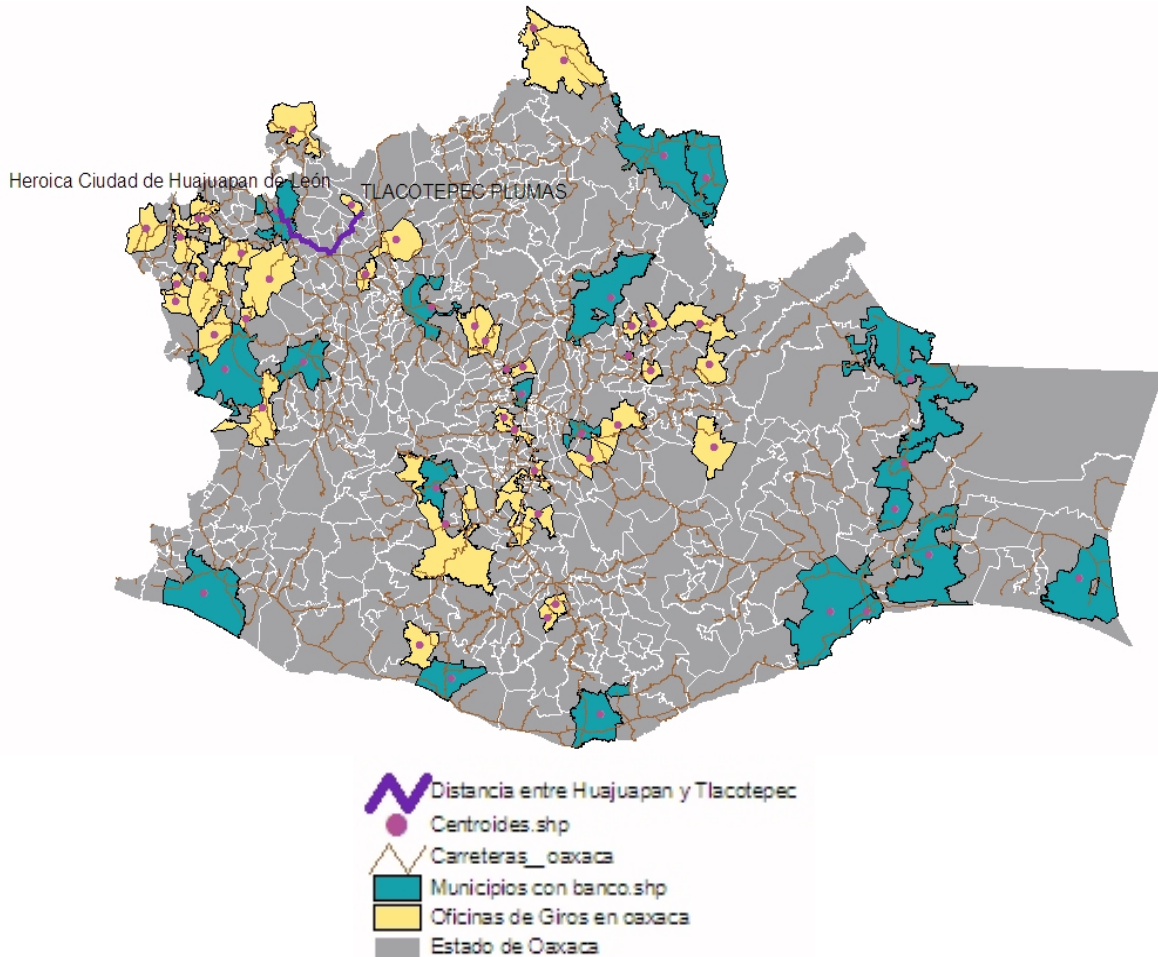


Figura 3.6. Ruta óptima de Heroica Cd. de Huajuapán de León a Tlacotepec Plumas
Fuente datos: INEGI.

Una vez que se resuelve el problema en ArcView, se genera una tabla de la ruta óptima, ésta se muestra a continuación:

| Attributes of Distancia entre Huajuapán y Tlacotepec | | | | | |
|--|---------|----------------|----------------|--------|-----------|
| Shape | Path_id | F_label | T_label | F_cost | T_cost |
| PolyLine | 1 | Graphic pick 1 | Graphic pick 2 | 0.000 | 69918.672 |

Figura 3.7. Tabla de distancia de Heroica Cd. de Huajuapán de León a Tlacotepec Plumas

Donde T_cost es la distancia en metros entre un sitio y otro.

Por conveniencia, se manejó la distancia en Km, la matriz de distancias origen - destino (O-D) quedó con la siguiente configuración:

| Posible concentradora | Distancia de la posible concentradora a cada oficina | | |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------------------|
| | SANTOS REYES NOPALA | H. CD DE EJUTLA DE CRESPO | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 160.52558 | 126.22059 | 387.53288 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 228.7545 | 96.25277 | 310.92906 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 337.68916 | 325.84544 | 590.561 |
| LOMA BONITA | 423.7902 | 294.26491 | 477.28978 |
| OAXACA DE JUAREZ | 199.34453 | 57.73045 | 272.42625 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 202.57011 | 337.44694 | 237.61741 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 369.54066 | 244.91773 | 123.57635 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 381.68597 | 250.70459 | 445.13641 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 293.24331 | 159.922 | 212.33156 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 358.66991 | 229.35178 | 136.23056 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 338.27484 | 284.6705 | 549.49988 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 329.29275 | 288.12391 | 88.70938 |
| SALINA CRUZ | 285.46434 | 264.87856 | 529.67 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 448.62366 | 396.77994 | 659.96388 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 431.60572 | 372.01219 | 622.72638 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 34.35867 | 172.33209 | 383.76959 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 304.68788 | 175.66847 | 387.46391 |

Tabla 3.11. Extracto de la matriz de distancias entre las posibles concentradoras y las oficinas restantes ⁷

Una vez que se obtuvieron las distancias entre posibles concentradoras y oficinas restantes, se procedió a realizar la matriz de costos, considerando la estructura anteriormente señalada.

⁷ Ver Tabla A.7 del Anexo para consultar la tabla completa

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | |
|-----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| | SANTOS REYES NOPALA | H. CD. DE EJUTLA DE CRESPO | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 143.39561 | 137.45683 | 3484.66482 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 183.54642 | 116.60085 | 3204.72139 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 247.65142 | 276.38493 | 4226.61721 |
| LOMA BONITA | 298.31947 | 254.40659 | 3812.67528 |
| OAXACA DE JUAREZ | 166.23947 | 89.79140 | 3064.01551 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 168.13764 | 284.45894 | 2936.80898 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 266.39513 | 220.06362 | 2520.05372 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 273.54231 | 224.09096 | 3695.17299 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 221.49628 | 160.91119 | 2844.40357 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 259.99800 | 209.23056 | 2566.29766 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 247.99607 | 247.72940 | 4076.56216 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 242.71036 | 250.13278 | 2392.63476 |
| SALINA CRUZ | 216.91857 | 233.95528 | 4004.09522 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 312.93326 | 325.75150 | 4480.24530 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 302.91868 | 308.51449 | 4344.16340 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 69.14992 | 169.54794 | 3470.91214 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 228.23109 | 171.86988 | 3484.41278 |

Tabla 3.12. Extracto de la matriz de costos de transportar una U.E. desde el sitio i hasta el sitio j .⁸

Una vez determinada la matriz de costos se definieron las variables faltantes para el problema a resolver:

$n= 60$ oficinas en total

$m=21$ posibles concentradoras

x_{ij} : Resultado del modelo, son las oficinas que quedarán como concentradoras

k_i : 300 U.E. (\$3,000,000), se acordó que la oficina no podría manejar más dinero por el riesgo que esto implica, excepto la oficina ubicada en Oaxaca de Juárez, que puede manejar 500 U.E.

$f_i=1$, debido a que las oficinas ya están operando, no existe realmente un costo por abrirla u operar como concentradora.

$p_i=50$ U.E. (\$50,000), es la cantidad mínima de recursos que debe manejar una oficina para ser concentradora

⁸ Ver Tabla A.8 del Anexo para consultar la tabla completa

El modelo se estructuró de la siguiente manera:

$$\text{Min } y_{01} + y_{02} + y_{03} + y_{04} + y_{05} + \dots + y_{21} + 153.76x_{0101} \\ 133.384x_{0102} + 3502.354x_{0103} + \dots + 91.113x_{0160} + \dots +$$

⋮

$$235.222x_{2101} + 214.626x_{2102} + 3933.751x_{2103} + \dots + 129.656x_{2160}$$

sujeto a:

$$\left. \begin{aligned} x_{0101} + x_{0102} + x_{0103} + \dots + x_{0160} &\leq 300y_{01} \\ x_{0201} + x_{0202} + x_{0203} + \dots + x_{0260} &\leq 300y_{02} \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ x_{2101} + x_{2102} + x_{2103} + \dots + x_{2160} &\leq 300y_{21} \end{aligned} \right\}$$

Restricciones que indican que el máximo de recursos que podrá enviar una concentradora es de 300 U.E., excepto la oficina de Oaxaca de Juárez, que tiene una capacidad de envío de 550 U.E.

$$\left. \begin{aligned} x_{0101} + x_{0102} + x_{0103} + \dots + x_{0160} &\geq 50y_{01} \\ x_{0201} + x_{0202} + x_{0203} + \dots + x_{0260} &\geq 50y_{02} \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ x_{2101} + x_{2102} + x_{2103} + \dots + x_{2160} &\geq 50y_{21} \end{aligned} \right\}$$

Restricciones que indican que el mínimo de recursos que puede enviar una concentradora es de 50 U.E.

$$\left. \begin{aligned} x_{0101} + x_{0201} + x_{0301} + \dots + x_{2101} &= 26.2347 \\ x_{0102} + x_{0202} + x_{0302} + \dots + x_{2102} &= 21.7658 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ x_{0160} + x_{0260} + x_{0360} + \dots + x_{2160} &= 47.0591 \end{aligned} \right\}$$

Restricciones que indican que la demanda total de cada una de las oficinas debe ser cubierta.

$$y_i = 0, 1 \quad \forall \quad i$$

$$y_{01} + y_{02} + y_{03} + \dots + y_{21} = 10^9$$

⁹ El modelo de programación entera mixta obtenido consta de 1281 variables y tiene 104 restricciones en total. Por cuestiones de espacio no fue posible escribirlo completo en este trabajo.

3.4. SOLUCIÓN DEL MODELO

Al resolver el modelo mediante el algoritmo de bifurcación y acotación usado por LINGO 10.0 se identificaron las oficinas que funcionarían como concentradoras más adecuadas según las restricciones y condiciones del problema, así como la cantidad de dinero que la concentradora llevaría a las oficinas que cubriría.

```
Global optimal solution found.
Objective value:                183969.0
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        342
```

| Variable | Value | Reduced Cost |
|----------|----------|--------------|
| Y01 | 1.000000 | 606.7500 |
| Y02 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y03 | 0.000000 | -17098.10 |
| Y04 | 0.000000 | -85838.30 |
| Y05 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y06 | 0.000000 | -33845.60 |
| Y07 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y08 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y09 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y10 | 0.000000 | -5641.400 |
| Y11 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y12 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y13 | 0.000000 | -9541.400 |
| Y14 | 0.000000 | -33729.20 |
| Y15 | 0.000000 | -15860.00 |
| Y16 | 1.000000 | 1.000000 |
| Y17 | 1.000000 | 490.3500 |
| Y18 | 0.000000 | -3641.000 |
| Y19 | 0.000000 | -2939.000 |
| Y20 | 0.000000 | -12911.30 |
| Y21 | 0.000000 | -8169.200 |

Figura 3.8. Extracto de la solución al modelo proporcionada por LINGO

De esta manera las concentradoras serían las oficinas ubicadas en:

01. Zimatlán de Álvarez
02. Tlacolula de Matamoros
05. Oaxaca de Juárez
07. Heroica Ciudad de Huajuapán de León
08. San Juan Bautista Tuxtepec
09. Asunción Nochixtlan

- 11. Juchitán de Zaragoza
- 12. Santiago Juchtlahuaca
- 16. San Pedro Mixtepec
- 17. Ixtlán de Juárez

| | | |
|-------|----------|----------|
| X0501 | 0.000000 | 97.08900 |
| X0502 | 22.35806 | 0.000000 |
| X0503 | 0.000000 | 671.3810 |
| X0504 | 0.000000 | 78.29300 |
| X0505 | 0.000000 | 36.38400 |
| X0506 | 0.000000 | 28.52900 |
| X0507 | 0.000000 | 93.43700 |
| X0508 | 0.000000 | 2966.732 |
| X0509 | 0.000000 | 856.7310 |
| X0510 | 0.000000 | 21.00000 |
| X0511 | 0.000000 | 470.4850 |
| X0512 | 0.000000 | 426.5840 |
| X0513 | 0.000000 | 161.1740 |
| X0514 | 0.000000 | 406.1360 |
| X0515 | 0.000000 | 35.85000 |
| X0516 | 0.000000 | 59.58200 |
| X0517 | 0.000000 | 489.7990 |
| X0518 | 0.000000 | 122.2850 |
| X0519 | 0.000000 | 648.7490 |
| X0520 | 0.000000 | 322.4000 |
| X0521 | 0.000000 | 228.2300 |
| X0522 | 13.16290 | 0.000000 |
| X0523 | 0.000000 | 110.1170 |
| X0524 | 4.986000 | 0.000000 |
| X0525 | 0.000000 | 134.8240 |
| X0526 | 0.000000 | 289.1550 |
| X0527 | 0.000000 | 1541.347 |
| X0528 | 24.53100 | 0.000000 |
| X0529 | 44.75380 | 0.000000 |
| X0530 | 0.000000 | 115.2400 |

Figura 3.9. Parte de la solución al modelo proporcionada por LINGO¹⁰

Lo que se muestra en la Figura 3.9 quiere decir que de la concentradora 05, es decir, Oaxaca de Juárez, se llevarán 22.358 U.E. a Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, 13.162 U.E. a Villa de Zaachila, 4.986 U.E. a Cuilapam de Guerrero, etc.

¹⁰ La solución del modelo consistió en 1394 filas, por lo que, no fue posible escribirlo completo por cuestiones de espacio.

3.5. VALIDACIÓN DEL MODELO

Para llegar al modelo y solución propuesto, tuvieron que realizarse varios ajustes y pruebas hasta llegar a una solución considerada adecuada tanto por GIROS como por el modelador del problema. A continuación se mencionan algunos aspectos metodológicos clave:

1.- Al principio no se consideraron costos unitarios, sin embargo, al analizar y documentarse el manejo de costos, se llegó a la conclusión de que debían calcularse costos por unidad. Sin embargo, considerar la unidad como un peso era inadecuado, ya que la trasladadora no llevaría esa cantidad, por lo que se fijó como \$10,000 la cantidad mínima que se pudiera trasladar, esta cantidad mínima fijada fue llamada unidad de envío (U.E.), así la demanda de cada una de las oficinas se normalizó con esta cantidad, para que todo fuera manejado en unidades de envío.

2.- Se comenzó a trabajar el modelo sin la restricción de que al menos las concentradoras manejaran 50 U.E., como resultado la solución consistía en abrir 20 de las 21 posibles concentradoras, lo cual no resultaba convincente ni conveniente. Después de analizar la situación, se consideró que si las concentradoras no manejaban al menos esa cantidad de dinero, era innecesario considerarlas como concentradoras. El hecho de considerar una cantidad mínima de dinero a enviar fue debido a que es lo mínimo que conviene mandar mediante una trasladadora.

3.- Considerada la restricción anterior, la solución era abrir 17 de 21 concentradoras posibles, por lo que se realizó un análisis de los resultados y se encontró que existían algunas concentradoras que sólo se hacían cargo de sí mismas y de otra oficina, lo cual no parecía adecuado ni al modelador ni al personal de GIROS, en esta situación se encontraban 7 oficinas, por esta razón se decidió que se forzaría al modelo a crear 10 concentradoras (dicha cantidad de concentradoras fue elegida y decidida por la empresa), evidentemente el programa decidiría las mejores considerando las características del problema. De ahí la restricción: $y_{01} + y_{02} + y_{03} + \dots + y_{21} = 10$.

4.- Por otro lado se puso a prueba la consideración de que el costo de definir una oficina como concentradora no es relevante, así se cambió el costo de 1 U.E. (\$10,000) considerado inicialmente a 20 U.E. (\$200,000), el resultado al resolver el modelo no cambió esencialmente, las concentradoras fueron las mismas con las mismas cantidades a enviar, sin embargo, la función objetivo aumentó de 181771.2 a 181961.2, lo cual no fue considerado significativo. GIROS comentó que no convenía considerar un costo superior a 20 U.E. ya que además no se planeaba invertir demasiado en las oficinas que se considerarán adecuadas para fungir como concentradoras puesto que ya se contaba con la oficina y con el personal.

5.- Posteriormente se comprobó que si se cambiaban los costos de transporte en el modelo, la solución también cambiaba, lo cual valida que la hipótesis que los costos

de transporte generalmente son los que más influyen en los resultados.

6.- Finalmente, fue hecha la propuesta presentada en este trabajo a la empresa. GIROS quedó conforme con la solución encontrada con el modelo, al considerar que se estaba representando el problema adecuadamente y que la disminución de las distancias al enviar el dinero de una oficina, es este caso ya concentradora, más cercana, minimizaría sus costos.

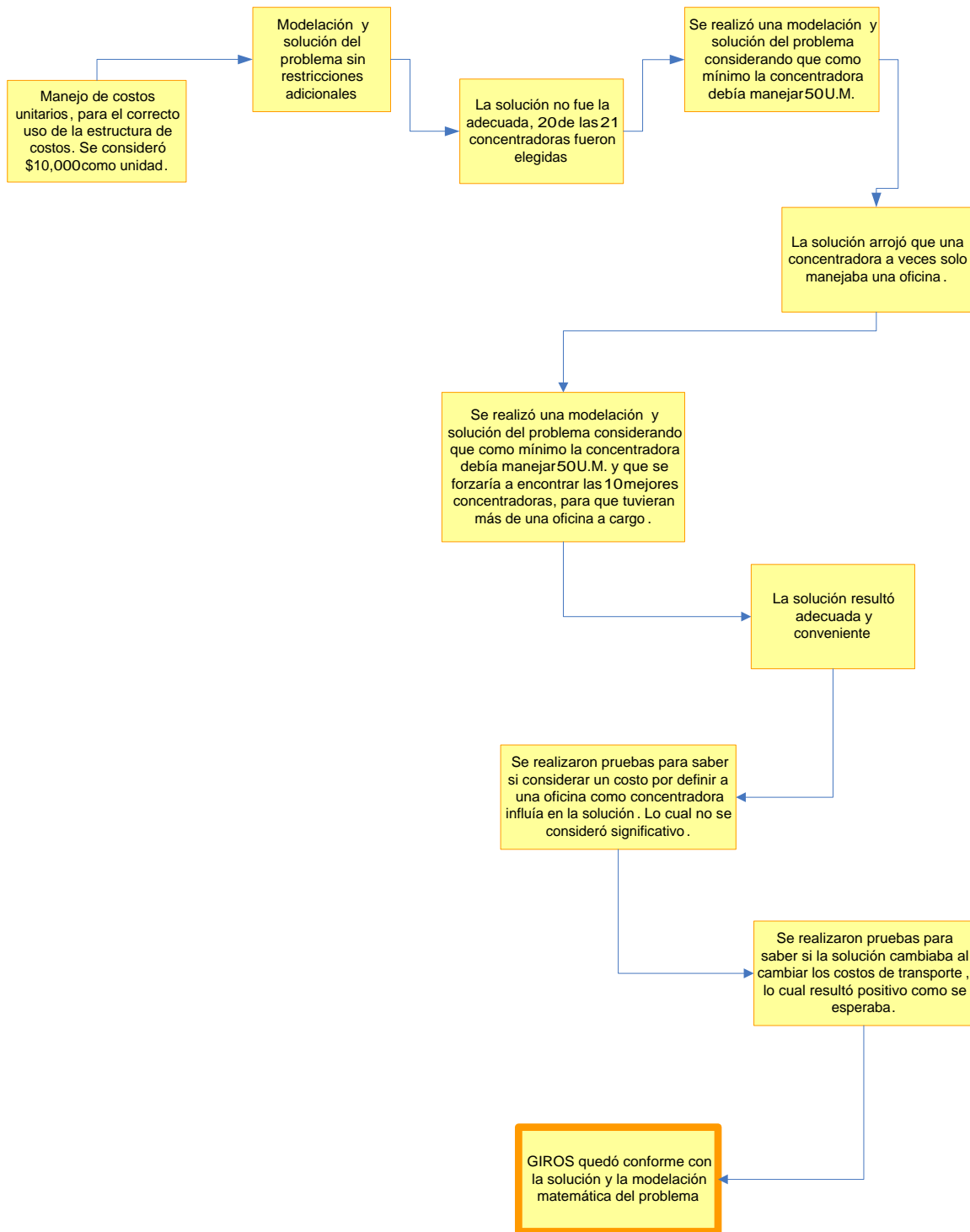


Figura 3.10. Diagrama del procedimiento de la validación del modelo

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez construido, el modelo fue resuelto con ayuda de LINGO, software que entregó como resultado que 10 oficinas se volverían concentradoras y que cada una de éstas manejaría entre 2 y 10 oficinas, definiendo de esta manera qué demanda deberán cubrir en total.

Este resultado fue obtenido después de hacer varias pruebas buscando la solución deseada por la empresa. El primer modelo construido arrojó como resultado que debían implementarse 20 de las 21 posibles oficinas candidatas para ser concentradoras, pero con este resultado varias de las nuevas concentradoras tendrían a su cargo únicamente una oficina, por lo que esta estructura no era la deseada, pues en ese caso era mejor que la gerencia estatal operara directamente esta oficina en lugar de delegar dicha responsabilidad.

Fue necesario hacer varios cambios en el modelo hasta que se logró mediante restricciones de capacidad que cada una de las concentradoras tuviera como mínimo 2 oficinas bajo su cargo, con lo que se obtuvo el resultado final. Las restricciones de capacidad en cuanto a la cantidad mínima de dinero que podía ser enviado mediante la trasladadora y al máximo de efectivo que podía ser manejado por una concentradora, fueron determinantes para que el modelo entregara como resultado la reorganización necesaria para optimizar el trabajo de la empresa.

El proceso de construcción del modelo adecuado para el problema sirvió para llevar a cabo la validación del mismo. Un aspecto de gran importancia que pudo observarse fue que aunque se modificaran los costos por abrir o habilitar una oficina como concentradora, el resultado final que entregaba el modelo no se veía afectado. En cambio, una variación en los costos de transporte, en este caso, los costos de enviar el efectivo a cada una de las oficinas mediante una compañía trasladadora era decisivo para que hubiera un cambio en el valor total de la función objetivo. Esto indica que el modelo construido representa de manera adecuada el problema planteado ya que en la literatura puede constatarse esta sensibilidad.

Debido a que el modelo matemático obtenido para representar el problema no está basado en apreciaciones personales, sino en los costos implicados y las distancias entre oficinas, es posible cambiarlo si en algún momento las condiciones del problema cambian, lo cual es valioso para GIROS ya que podrá tomar decisiones con mayor facilidad y confianza. Esto hará que provea de mejores servicios a sus clientes y por ende se minimicen las pérdidas económicas.

Es importante notar que con la nueva estructura el control de las oficinas podrá ser mejor organizado y no se considera dificultad alguna para llevarlo a cabo. Ahora La Gerencia Estatal sólo deberá encargarse del manejo de 10 oficinas que serán concentradoras, y éstas, a su vez, controlarán a las oficinas que quedaron a su cargo de acuerdo a los resultados del presente trabajo.

En cuanto a los costos y riesgos que implica la implementación del proyecto presentado, el hecho de definir e instaurar 10 oficinas como concentradoras no implica un precio que afecte el modelo y los costos de una manera considerable porque las oficinas ya están establecidas y trabajando.

Los riesgos por tener almacenado el dinero se vieron disminuídos, puesto que ahora toda la demanda necesaria para que el sistema trabaje no estará en la Gerencia Estatal, ésta solamente se encargará de autorizar el dinero para cada una de las concentradoras, que además, sólo podrán manejar una cantidad límite de dinero. Por ende, los costos de manejar el dinero y transportarlo también bajaron, pues ahora no se envían las mismas cantidades que antes.

4.2 ESQUEMATIZACIÓN DE LA REORGANIZACIÓN PROPUESTA

A continuación se presentan de esquemáticamente los resultados, indicando las concentradoras y su demanda, así como las oficinas a su cargo y las cantidades que se enviarán de la concentradora a las oficinas para cubrir su demanda.

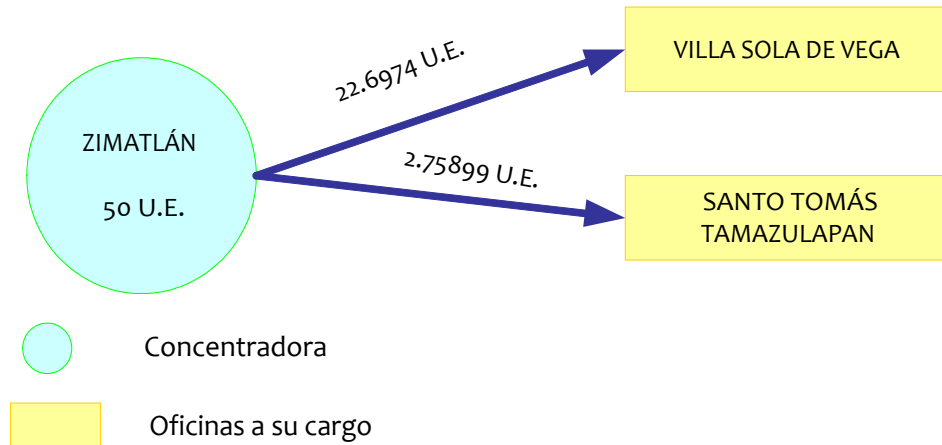


Figura 4.1. Concentradora de Zimatlán de Álvarez y las 2 oficinas a su cargo

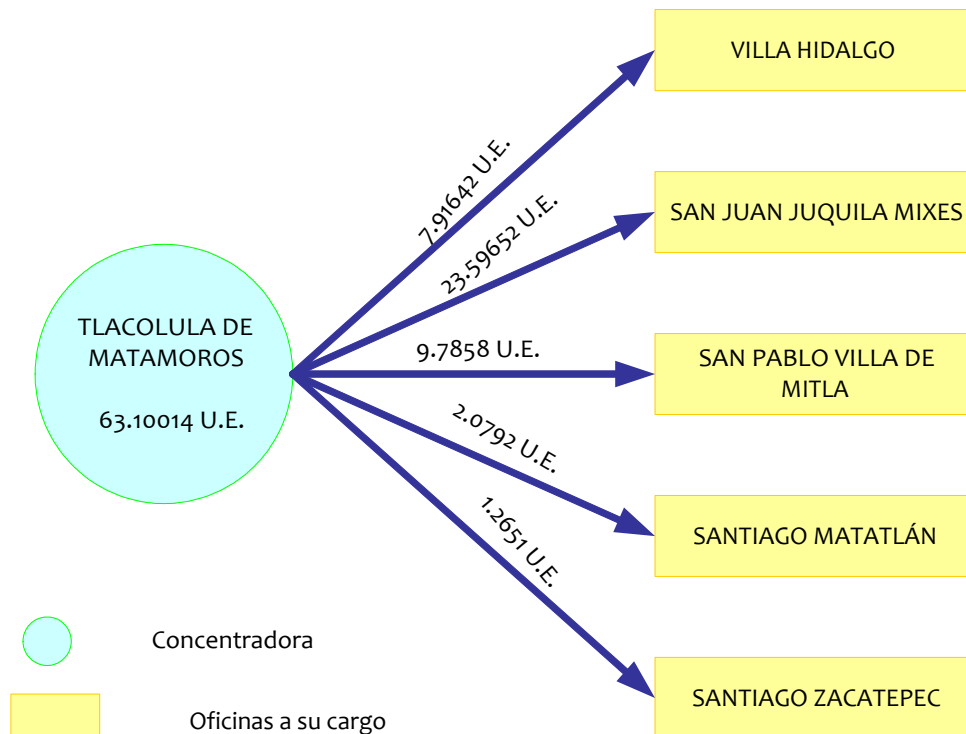


Figura 4.2. Concentradora de Tlacolula de Matamoros y las 5 oficinas a su cargo.

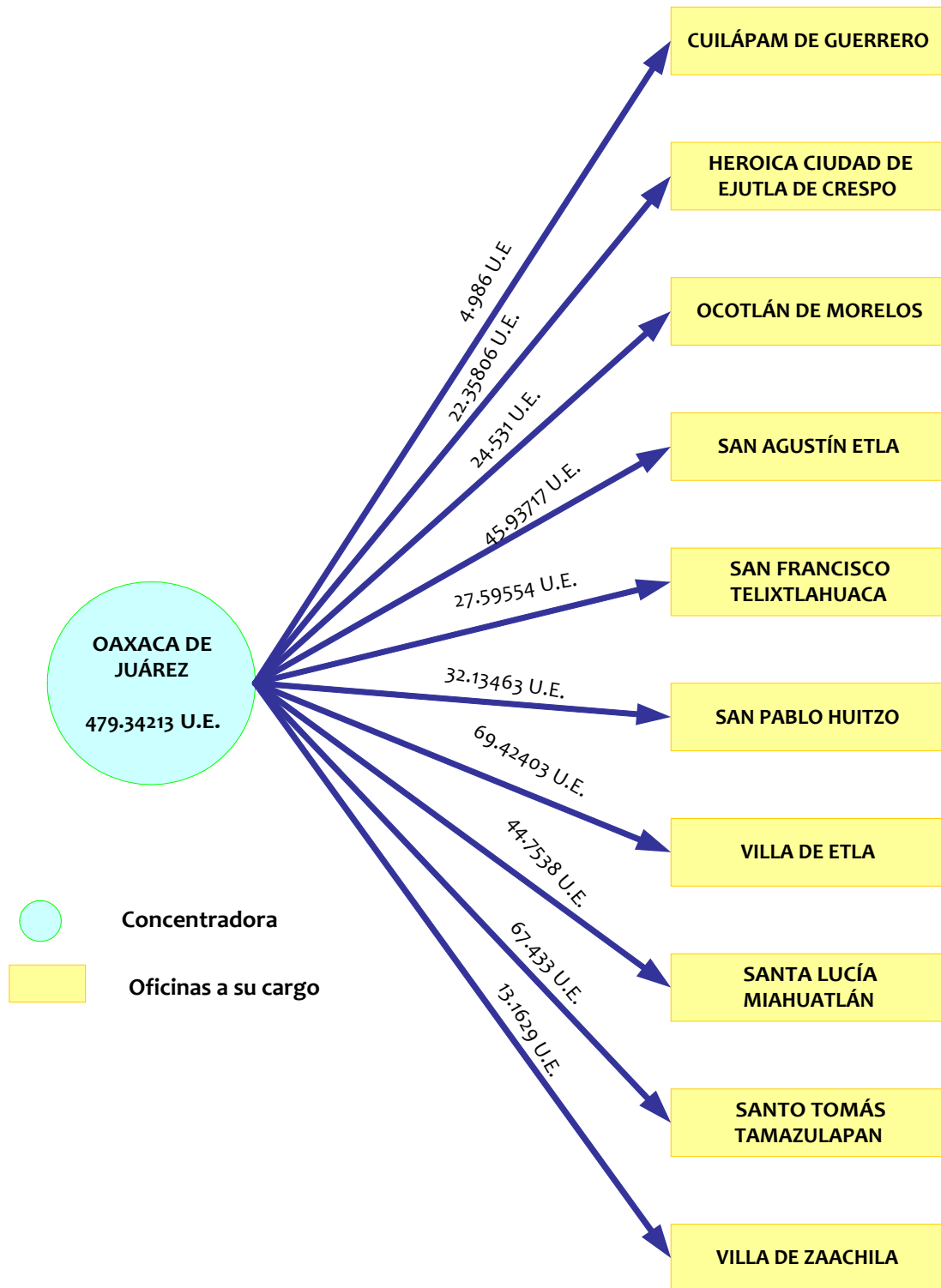


Figura 4.3 .Concentradora de Oaxaca de Juárez y las 10 oficinas a su cargo.

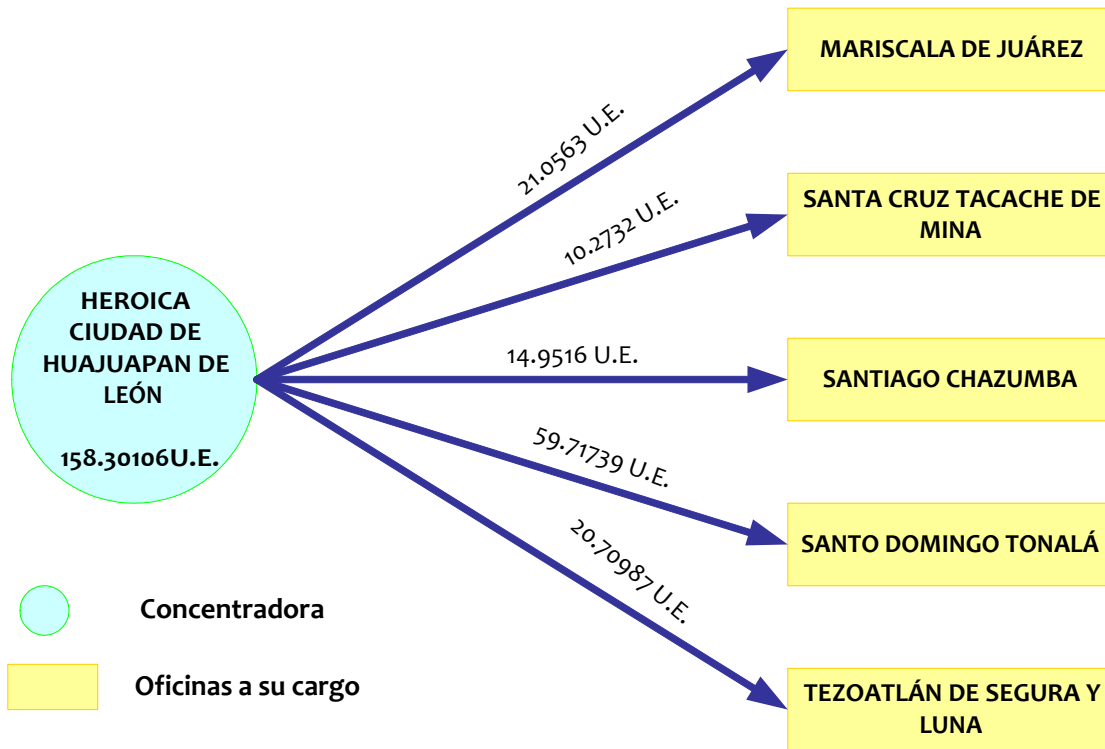


Figura 4.4 .Concentradora de Heroica Cd. De Huajuapán de León y las 5 oficinas a su cargo.

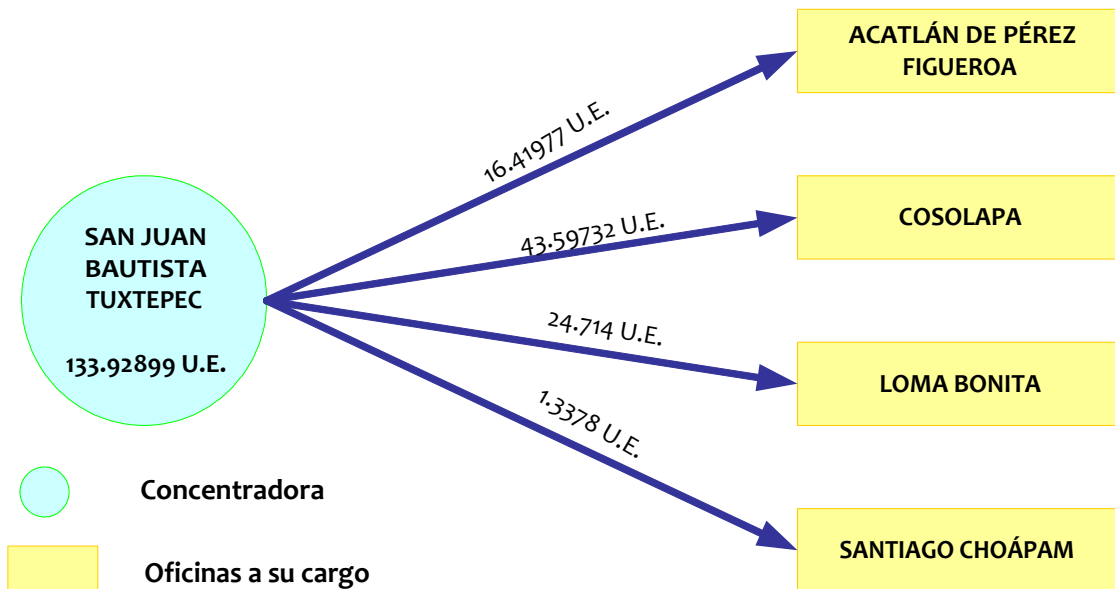


Figura 4.5. Concentradora de San Juan Bautista Tuxtepec y las 4 oficinas a su cargo.

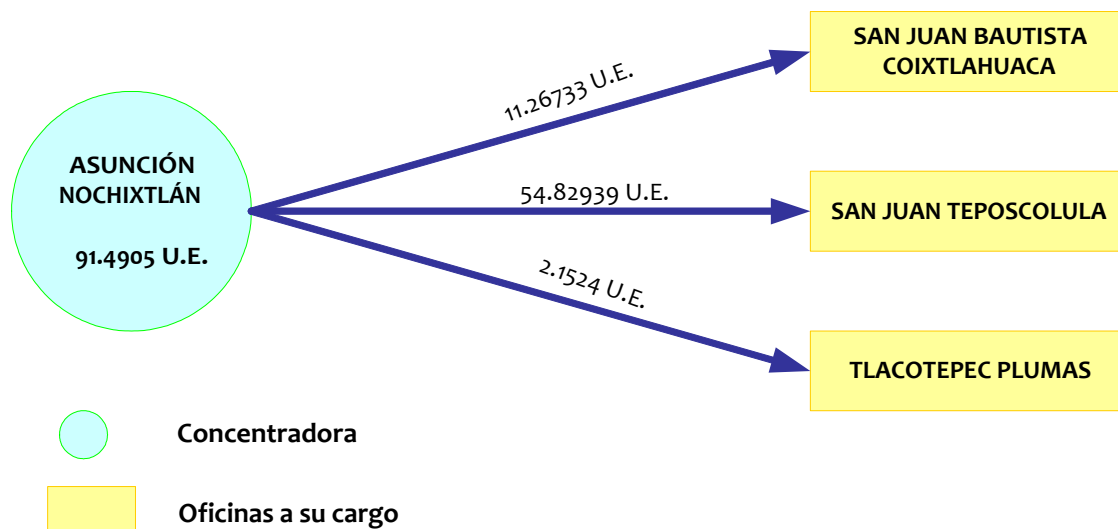


Figura 4.6. Concentradora de Asunción Nochixtlán y las 3 oficinas a su cargo.

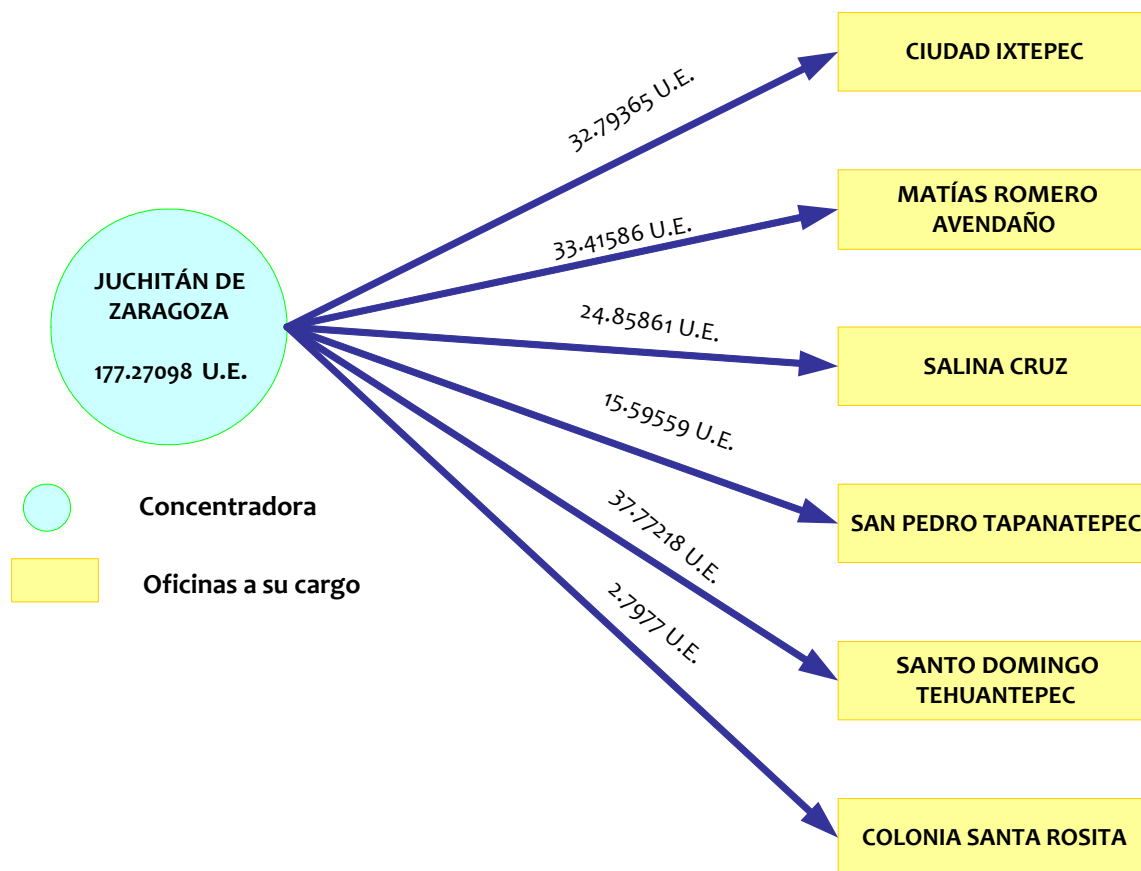


Figura 4.7. Concentradora de Juchitán de Zaragoza y las 6 oficinas a su cargo.

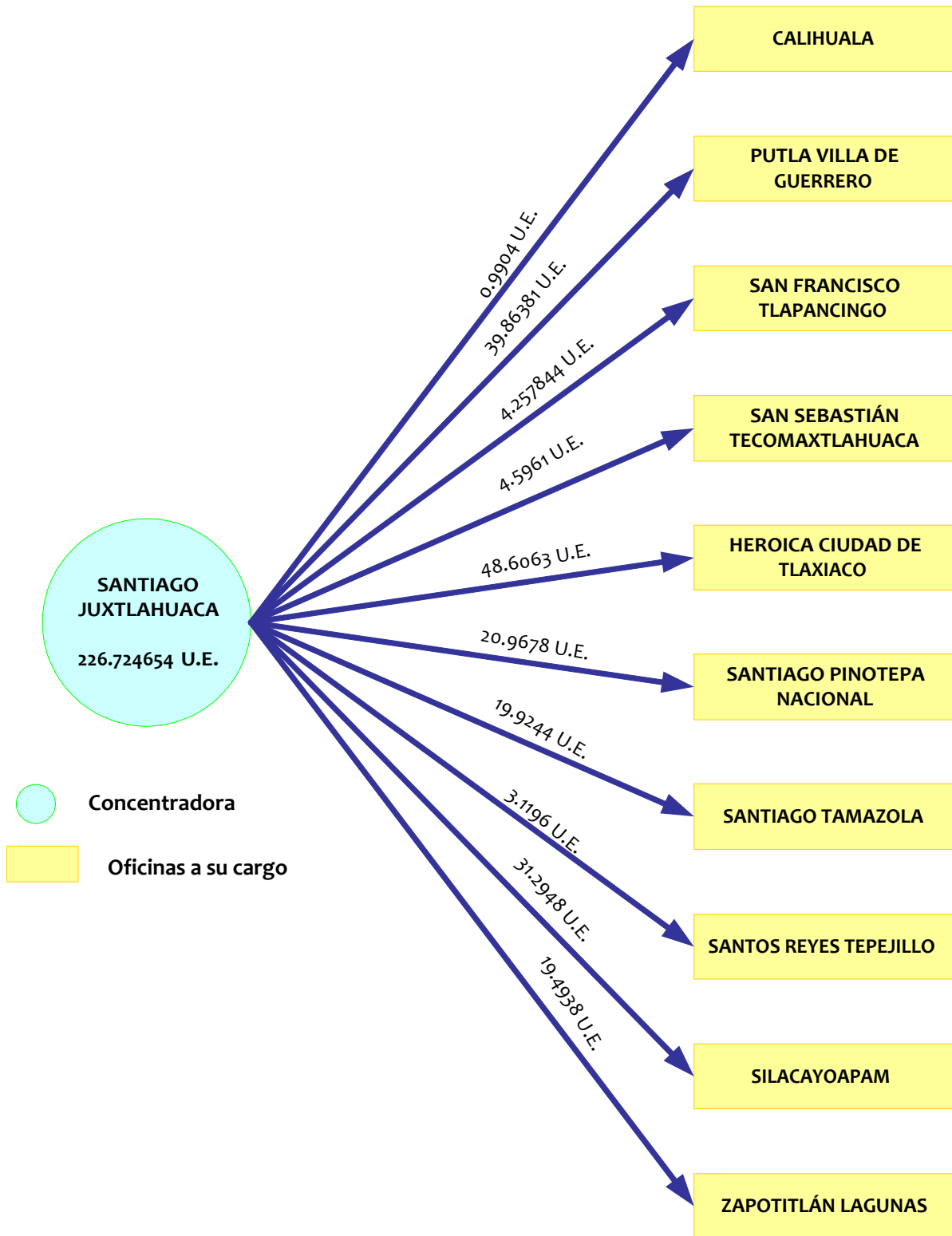


Figura 4.8. Concentradora de Santiago Juxtlahuaca y las 10 oficinas a su cargo.

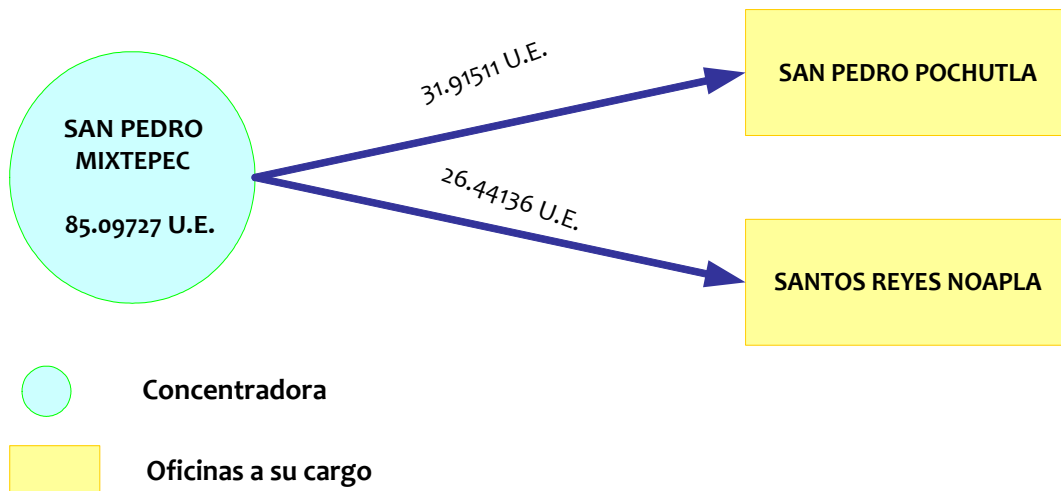


Figura 4.9 .Concentradora de San Pedro Mixtepec y las 2 oficinas a su cargo.

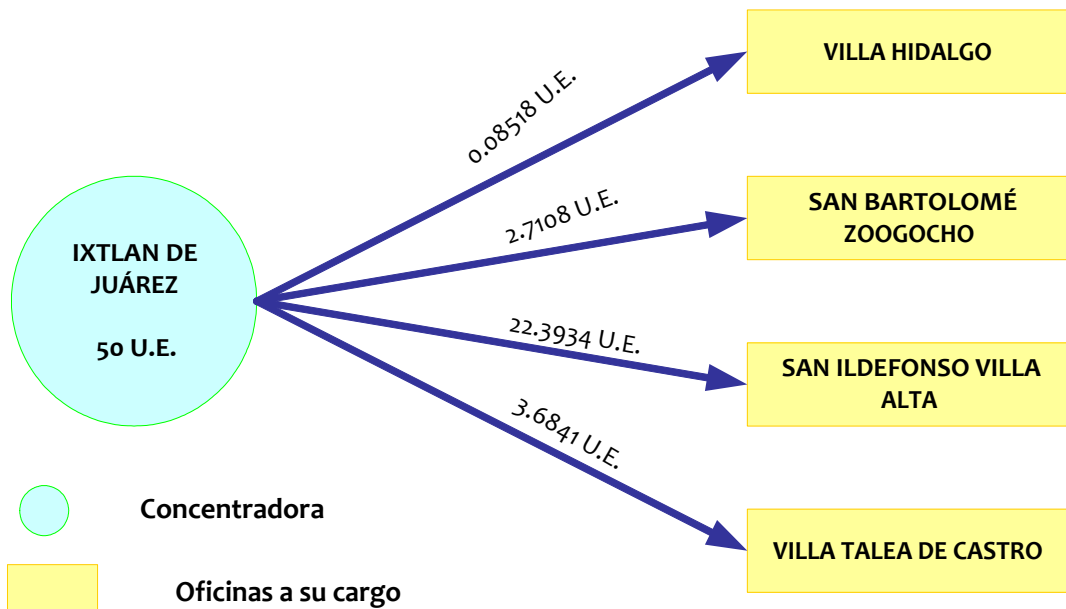


Figura 4.10 .Concentradora de Ixtlán de Juárez y las 4 oficinas a su cargo.

4.3 REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos a partir del modelo matemático resuelto con LINGO definieron de claramente qué oficinas de entre las 21 candidatas son las adecuadas para ser elegidas como concentradoras y tener a su cargo un mínimo de 2 oficinas.

Las oficinas elegidas como concentradoras cubren un área específica, lo que puede apreciarse de mejor manera en el mapa del Estado de Oaxaca, donde cada una de las oficinas propuestas para tomar el cargo de concentradoras se encarga de un grupo de oficinas cercanas a ella, esto permite que las distancias recorridas al enviar los recursos a cada una de ellas sea menor.

La disminución en la distancia implica una baja en los costos de transportación, hecho que ayuda de manera significativa a la empresa a mejorar su situación económica.

La cobertura de las oficinas de GIROS en el estado se puede apreciar de mejor manera con mapas en los que se observan los municipios en los que se ubican las oficinas, que ahora propuestas como concentradoras manejan al grupo de oficinas que resultó más cercano a ellas.

Finalmente se mostrará que con las 10 concentradoras propuestas se cubren todas las oficinas del estado de Oaxaca sintetizando el resultado con un mapa de la reorganización propuesta en este trabajo de tesis.

La primera concentradora se encuentra en Zimatlán de Álvarez, teniendo a su cargo las 2 oficinas ubicadas en los siguientes municipios:

| Concentradora | Oficinas |
|---------------------|---|
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | VILLA SOLA DE VEGA SANTO TOMAS TAMAZULAPAN |

Concentradora de Zimatlán y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

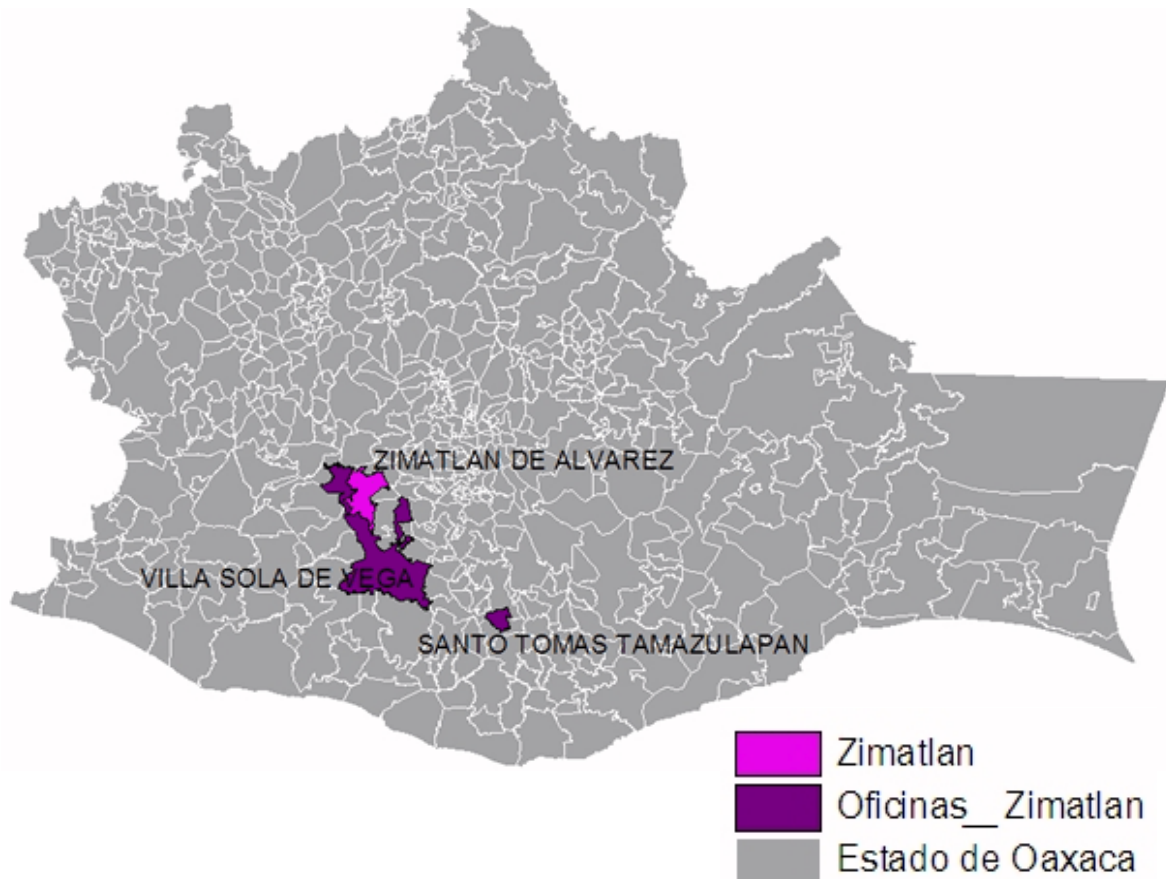


Figura 4.11 Concentradora de Zimatlán de Álvarez y las 2 oficinas a su cargo

La segunda concentradora se ubica en Tlacolula de Matamoros con 5 oficinas a su cargo, ubicadas en los municipios que se muestran a continuación:

| Concentradora | Oficinas |
|------------------------|--|
| TLACOLULA DE MATAMOROS | VILLA HIDALGO SAN PABLO VILLA DE MITLA SANTIAGO ZACATEPEC SANTIAGO MATATLAN SAN JUAN JUQUILA MIXES |

Concentradora de Tlacolula de Matamoros y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

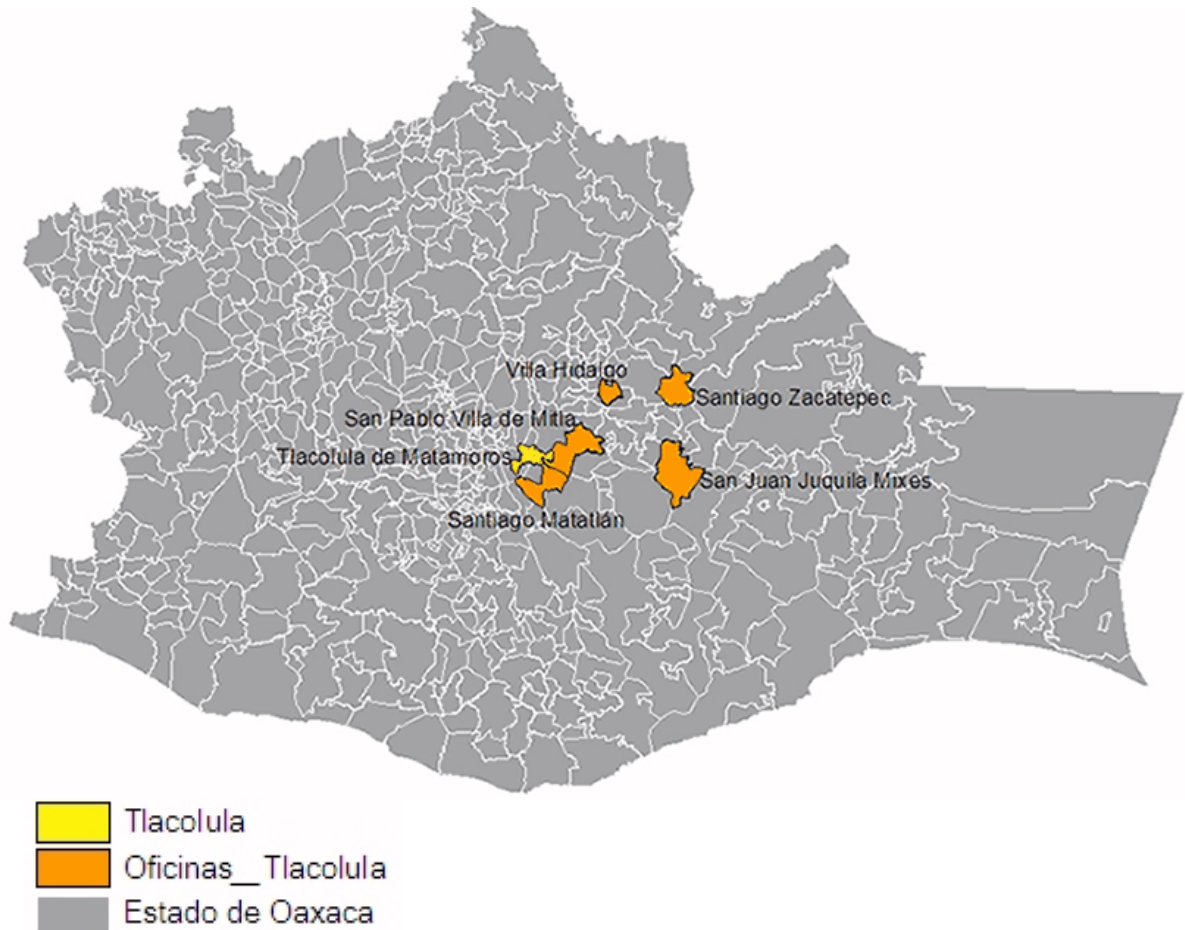


Figura 4.12 Concentradora de Tlacolula de Matamoros y las 5 oficinas a su cargo

La tercera concentradora se encuentra en Oaxaca de Juárez y las oficinas a su cargo son:

| Concentradora | Oficinas |
|------------------|---|
| OAXACA DE JUAREZ | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO VILLA DE ZAACHILA CUILAPAM DE GUERRERO OCOTLAN DE MOREOS SANTA LUCIA MIAHUATLAN VILLA DE ETLA SAN PABLO HUITZO SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA SANTO TOMAS TAMAZULAPAN SAN AGUSTIN ETLA |

Concentradora de Oaxaca de Juárez y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

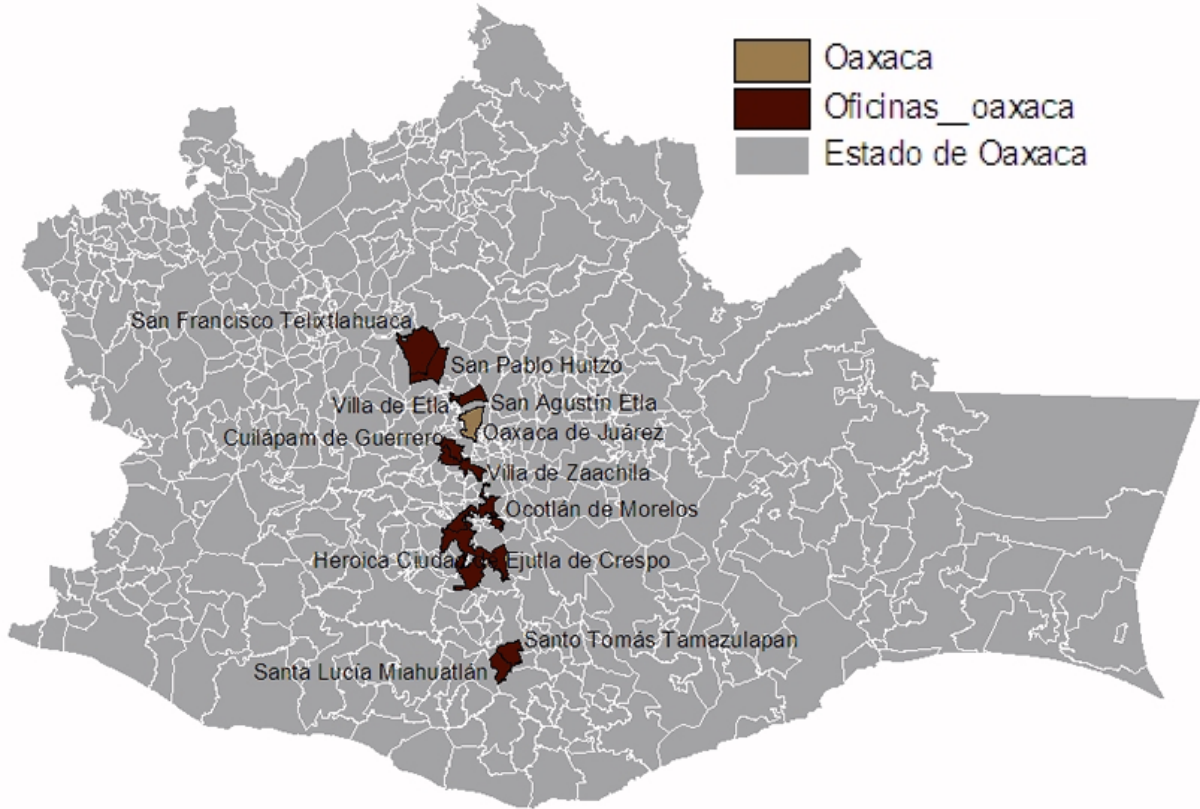


Figura 4.13 Concentradora de Oaxaca de Juárez y las 10 oficinas a su cargo.

La cuarta concentradora está en el municipio de Heroica Cd. De Huajuapán de León y las oficinas a su cargo son:

| Concentradora | Oficinas |
|---------------------------------|--|
| HEROICA CD DE HUAJUAPAN DE LEÓN | SANTIAGO CHAZUMBA SANTA CRUZ TACACHE DE MINA MARISCALA DE JUAREZ TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA SANTO DOMINGO TONALA |

Concentradora de Heroica Cd. de Huajuapán de León y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

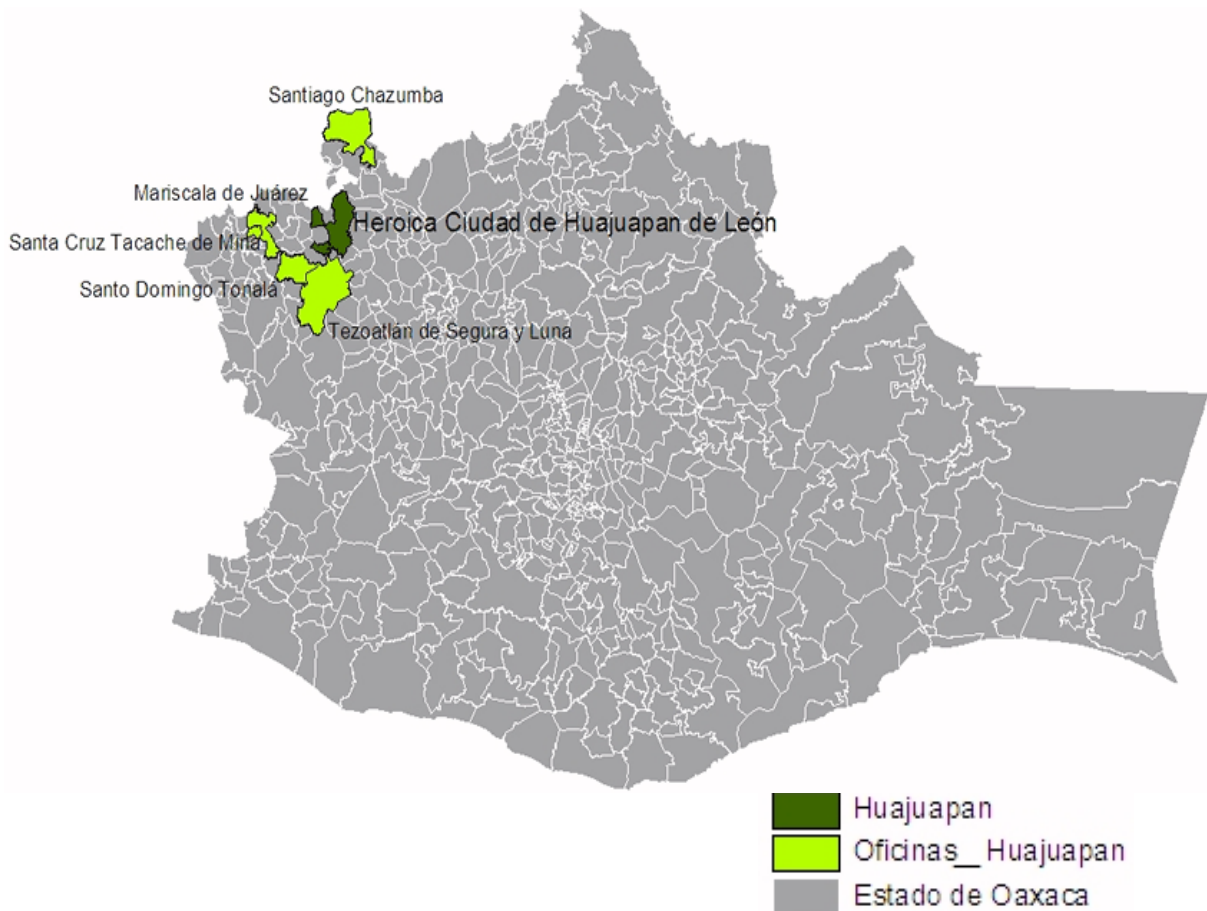


Figura 4.14 Concentradora de Heroica Cd. de Huajuapán de León y las 5 oficinas a su cargo

La quinta concentradora se ubica en San Juan Bautista Tuxtepec, las oficinas a su cargo se muestran a continuación:

| Concentradora | Oficinas |
|----------------------------|--|
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | SANTIAGO CHOAPAM LOMA BONITA COSOLAPA ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |

Concentradora de San Juan Bautista Tuxtepec y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

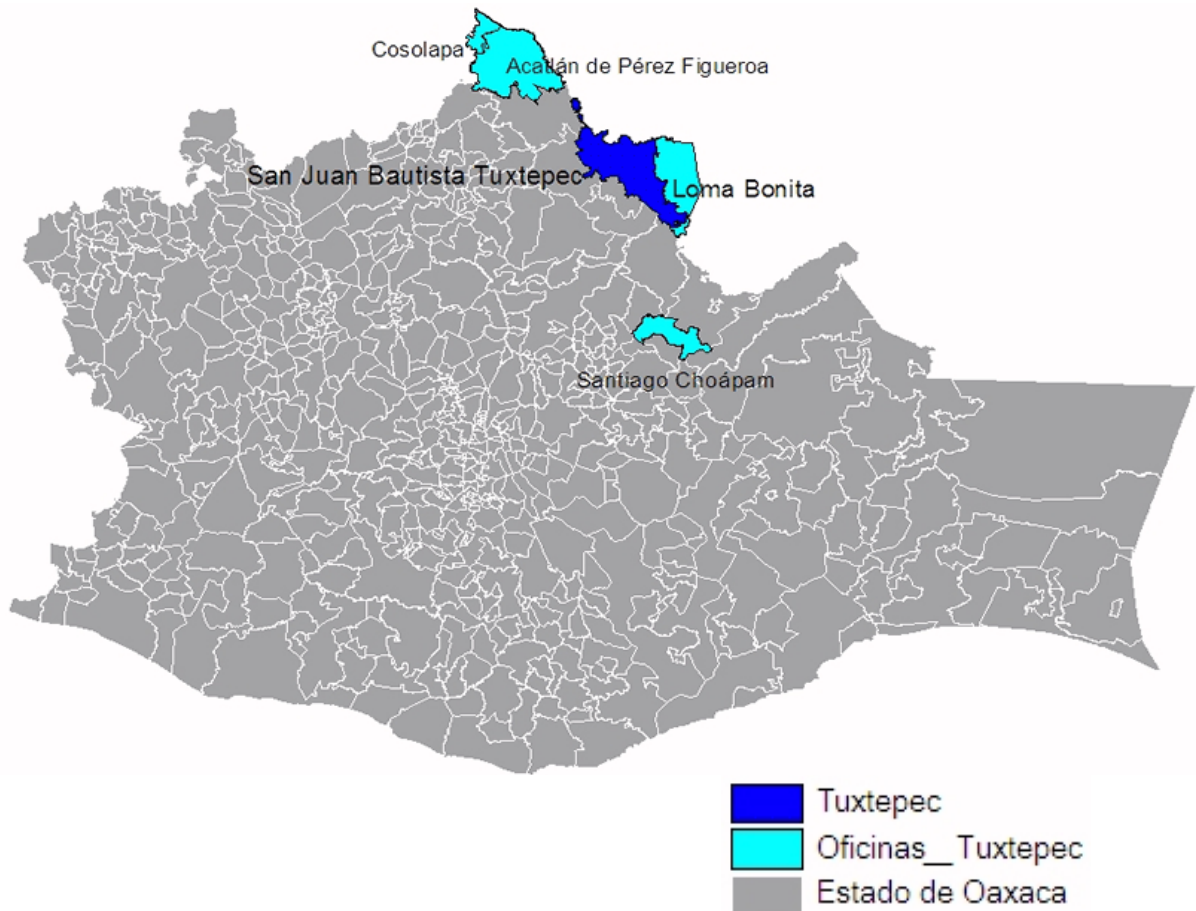


Figura 4.15 Concentradora de San Juan Bautista Tuxtepec y las 4 oficinas a su cargo

La sexta concentradora se encuentra en Asunción Nochixtlán y las oficinas a su cargo se ubican en:

| Concentradora | Oficinas |
|---------------------|---|
| ASUNCION NOCHIXTLAN | TLACOTEPEC PLUMAS SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA SAN JUAN TEPOSCOLULA |

Concentradora de Asunción Nochixtlán y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

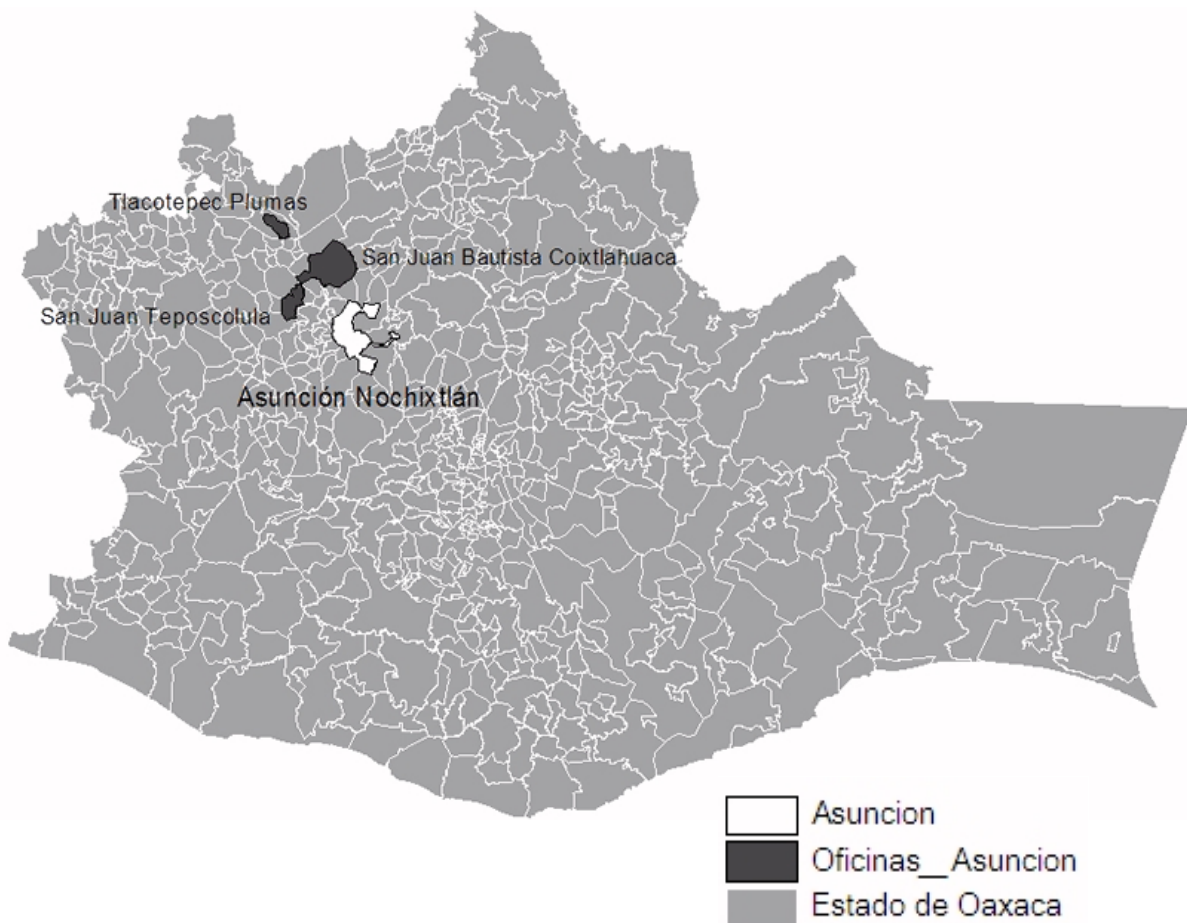


Figura 4.16 Concentradora de Asunción Nochixtlán y las 3 oficinas a su cargo

La séptima concentradora se encuentra en el municipio de Juchitán de Zaragoza y las oficinas a su cargo y su ubicación:

| Concentradora | Oficinas |
|----------------------|--|
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | SALINA CRUZ SAN PEDRO TAPANATEPEC MATIAS ROMERO AVENDAÑO CIUDAD IXTEPEC SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC EL BARRIO DE LA SOLEDAD |

Concentradora de Juchitán de Zaragoza y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

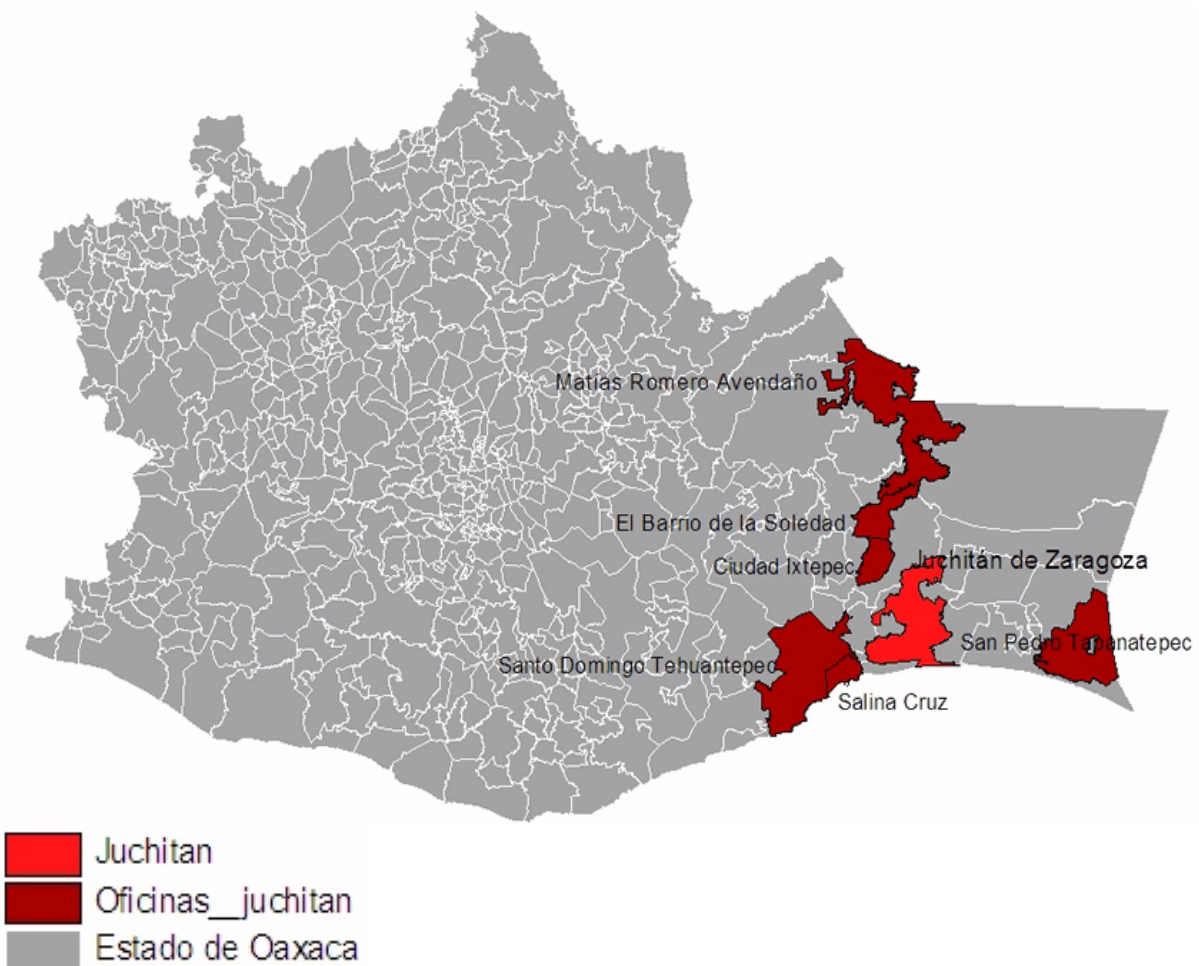
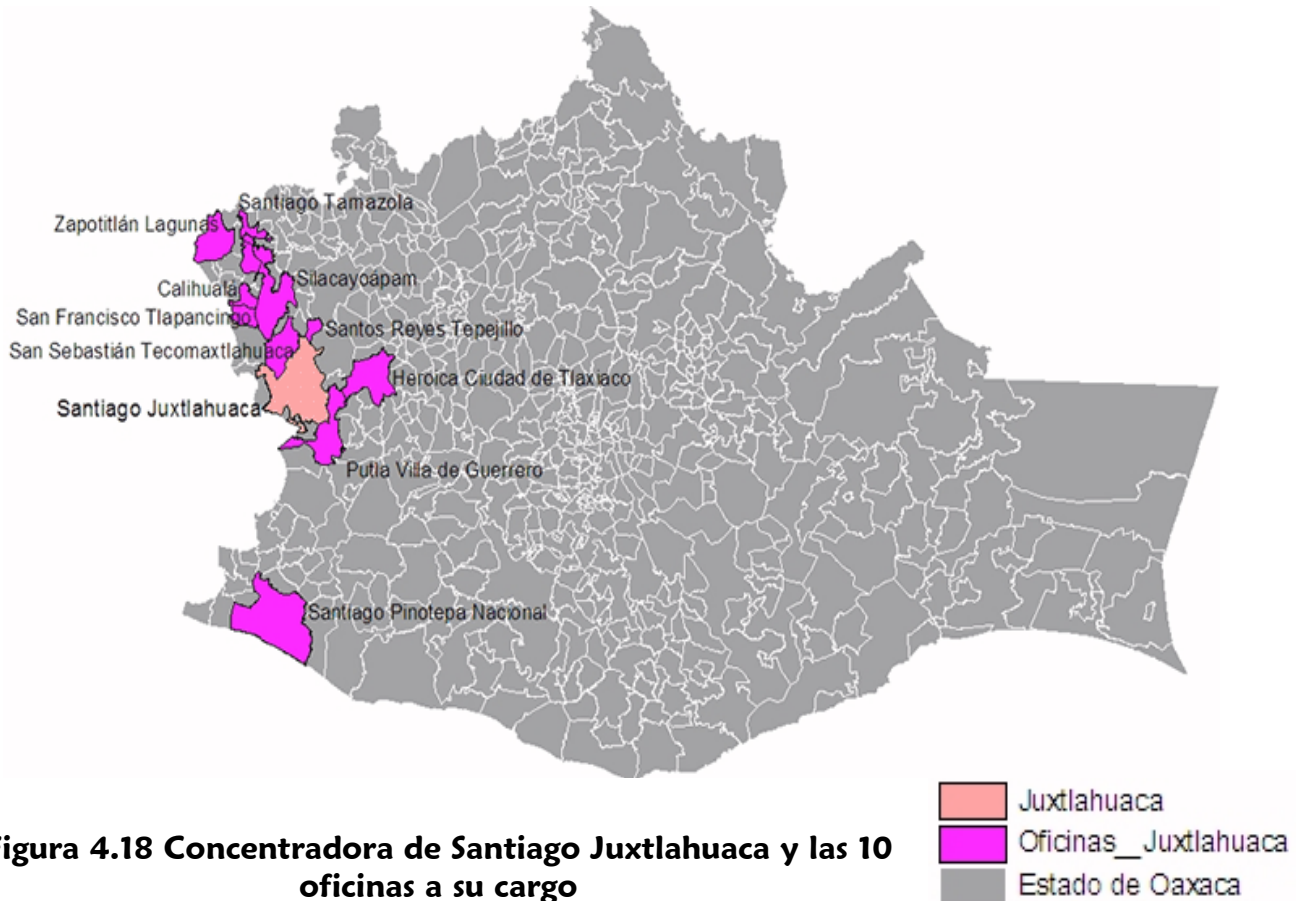


Figura 4.17 Concentradora de Juchitán de Zaragoza y las 6 oficinas a su cargo

La octava concentradora se localiza en Santiago Juxtlahuaca y las oficinas bajo su cargo se ubican a continuación:

| Concentradora | Oficinas |
|----------------------|-------------------------------|
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO |
| | SILACAYOAPAM |
| | CALIHUALA |
| | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| | SANTIAGO TAMAZOLA |
| | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA |
| | ZAPOTITLAN LAGUNAS |
| | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL |
| | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO |
| | PUTLA VILLA GUERRERO |

Concentradora de Santiago Juxtlahuaca y municipios donde se ubican oficinas a su cargo



La novena concentradora está en el municipio de San Pedro Mixtepec, las oficinas a su cargo se ubican como sigue:

| Concentradora | Oficinas |
|--------------------|---------------------|
| SAN PEDRO MIXTEPEC | SANTOS REYES NOPALA |
| | SAN PEDRO POCHUTLA |

Concentradora de San Pedro Mixtepec y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

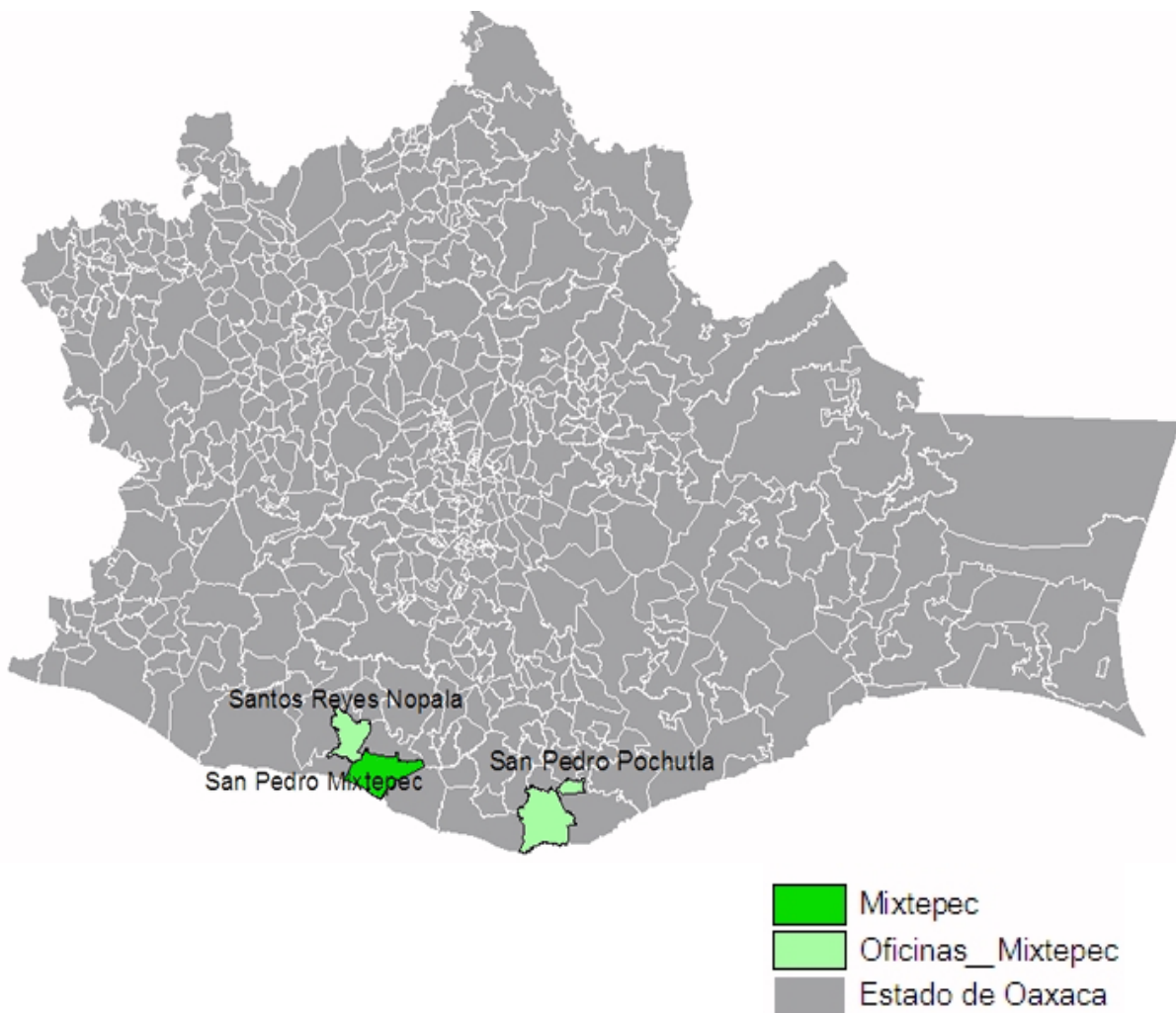


Figura 4.19 Concentradora de San Pedro Mixtepec y las 2 oficinas a su carg

La última concentradora se encuentra en Ixtlán de Juárez y sus oficinas en los siguientes municipios:

| Concentradora | Oficinas |
|------------------|--|
| IXTLAN DE JUAREZ | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA VILLA TALEA DE CASTRO VILLA HIDALGO SAN BARTOLOME ZOOGOCHO |

Concentradora de Ixtlán de Juárez y municipios donde se ubican oficinas a su cargo

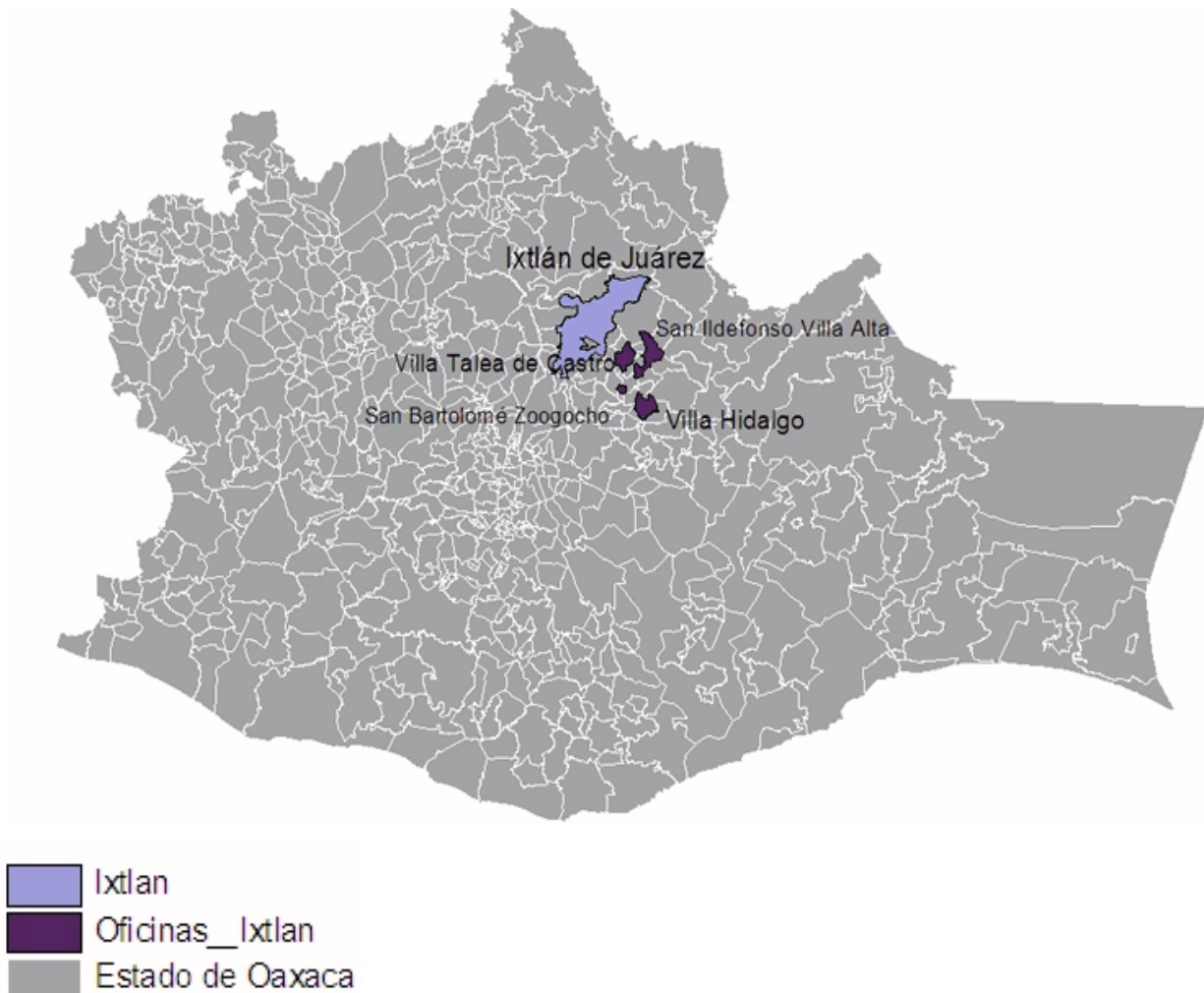


Figura 4.20 Concentradora de Ixtlán de Juárez y las 4 oficinas a su cargo

Finalmente, el mapa completo:

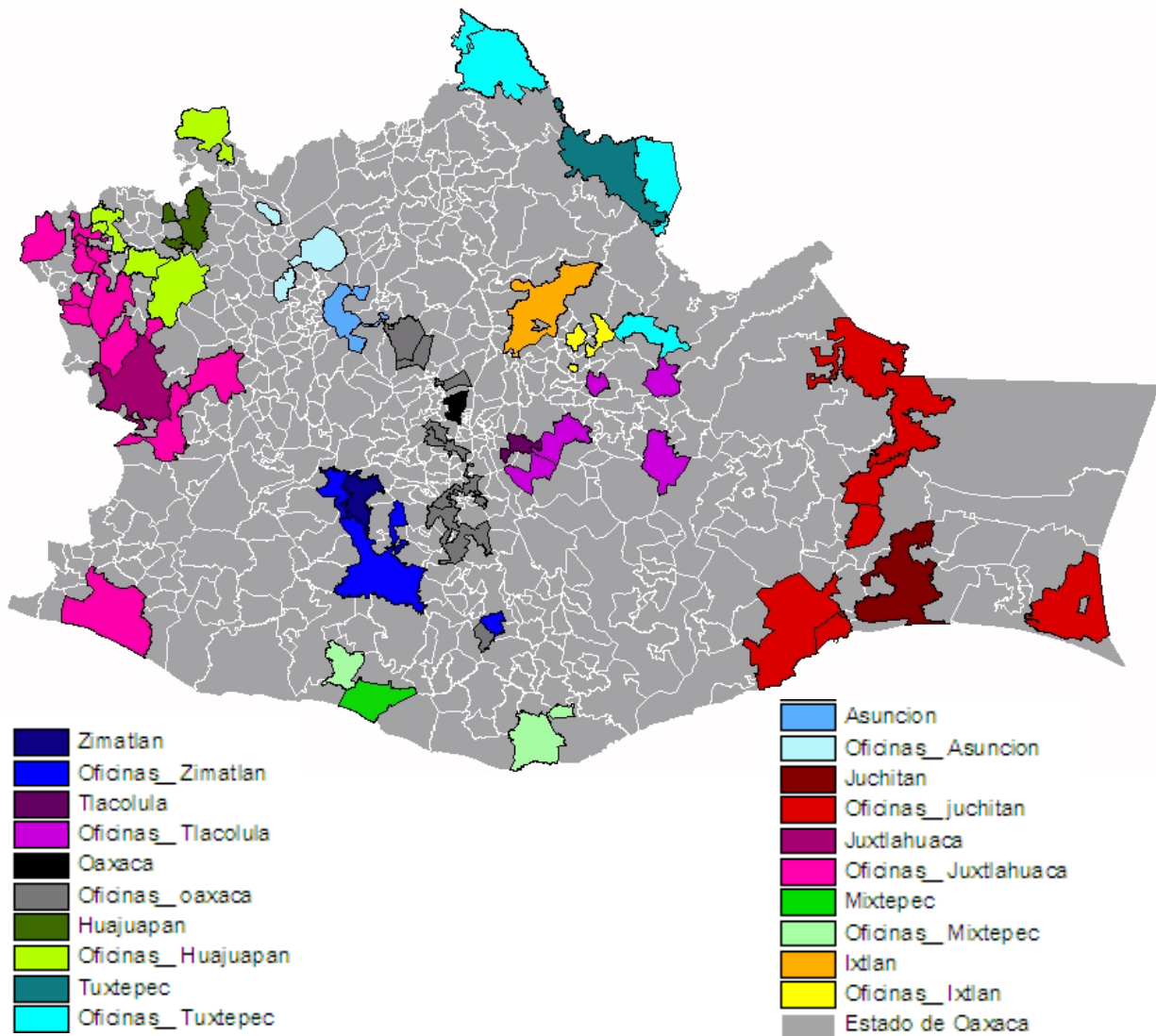


Figura 4.21 Mapa de la distribución de concentradoras y oficinas de GIROS en el Estado de Oaxaca

Conclusiones y Recomendaciones

Este trabajo presentó como objetivo lograr la reorganización de las oficinas de GIROS que operan en el Estado de Oaxaca minimizando costos y riesgos en el traslado de efectivo, se considera que este objetivo logró alcanzarse satisfactoriamente, puesto que, finalmente, este proyecto propone como resultado una nueva estructura de organización de oficinas para la empresa donde los costos implicados en el problema fueron minimizados.

Para llegar al resultado deseado fue necesario generar una metodología que fue la base lograr el objetivo del presente trabajo. Algunos de esos puntos se mencionan a continuación:

- ✍ Mediante el uso de ArcView (SIG) se ubicaron de cada una de las oficinas, de lugares en donde había unidades bancarias y la información de la red de carreteras y caminos del Estado de Oaxaca con la finalidad de obtener los datos necesarios para hacer posible la construcción del modelo que representara de la manera más cercana posible el problema real. La información requerida por el programa para poder obtener los datos necesarios se obtuvo de la página oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para asegurar que fuera confiable. Los datos generados mediante el uso de este programa fueron las distancias entre cada uno de los municipios y, a partir de ellos se calcularon los costos unitarios por envío de efectivo, que fueron críticos para obtener la solución, ya que como se identificó durante el desarrollo del proyecto, permitieron validar el resultado obtenido como correcto. Se identificó además de manera muy clara en el modelo final que en este tipo de problemas los costos de transporte pueden cambiar de manera significativa la solución y no los costos por apertura de oficinas concentradoras.

El uso del software de SIG, ArcView permitió mostrar de manera geográfica los resultados obtenidos y apreciar en el mapa del estado la forma en que quedaron distribuidas y delimitadas las áreas de influencia de cada una de las oficinas designadas como concentradoras y estimar la distancia aproximada de cada una de ellas con las oficinas a su cargo.

- ✍ Se logró el planteamiento del modelo matemático de una manera correcta, garantizando que cubría los aspectos importantes del problema real. Lo anterior, después de llevar a cabo varias pruebas (validación) para constatar que se llegaba a resultados viables y funcionales. Se obtuvo la

solución del modelo con el uso del paquete matemático LINGO 10.0, mismo que fue necesario utilizar ya que se estaba trabajando con una cantidad considerable de variables y no todos los programas tenían la capacidad para resolver el modelo. Cabe mencionar que dicho programa fue proporcionado en el Laboratorio de investigación de Operaciones del Departamento de Sistemas en el Posgrado de Ingeniería.

- ✍ Se logró la estructura deseada de concentradoras y oficinas. Se decidió cuántas y cuáles serían las oficinas que funcionarían como concentradoras y qué oficinas quedarían bajo la dirección de cada una de ellas. Además, con lo anterior, se estimó la demanda requerida para trabajar de manera adecuada. Esto con la finalidad de que las oficinas cuenten con el efectivo necesario para operar y evitar, en la medida de lo posible, la necesidad de pedir recursos a otras oficinas para poder terminar su día de trabajo.

En este punto, es importante mencionar que si es posible garantizar que cada una de las oficinas contará puntualmente con la demanda requerida para su operación, también se podrá asegurar que el servicio a los clientes será mejorado, esto debido a que cuando alguien lo solicite, siempre se tendrá el efectivo necesario para cumplir con el cliente.

- ✍ Es importante resaltar el modelo de costos mediante el cual se llegó a la reorganización de concentradoras y oficinas deseada. En este modelo se consideran los costos implicados en transportar dinero de un lugar a otro y el costo total resultante fue minimizado con el modelo matemático.

El modelo puede modificarse si en algún momento cambian las condiciones del problema, por lo que es una herramienta útil y de bajo costo para GIROS, de esta manera no tendrán que tomarse decisiones basadas únicamente en condiciones personales sino en información estadística, geográfica y costos relacionados mediante un modelo matemático.

El modelo al que se llegó para lograr los objetivos de este proyecto fue creado para minimizar los costos (todos relacionados con la operación de la empresa como son: costo de la empresa trasladadora por enviar dinero, costos si es el caso de viajes especiales, costos por el riesgo de transportar el dinero, costos de envasado, etcétera) implicados en el problema, por tal motivo se considera que tiene gran impacto en la organización y operación de la empresa. La estructura sugerida en este trabajo, de entrada eliminó 10 viajes (los que la gerencia estatal hacia las concentradoras) y deja abierta la posibilidad de que mediante un trabajo de inventarios y ruteo, se consiga organizar el envío de dinero de tal forma que la trasladadora haga la menor cantidad de viajes posibles y se satisfaga la demanda de cada una de las oficinas en el momento

necesario.

Además, como se mencionó en el Capítulo 1, el Estado de Oaxaca debido a las condiciones geográficas particulares de su territorio, como extensión y orografía, fue sugerido por la empresa como representativo para exponer el problema de operación que estaban teniendo. Lo anterior se hizo con la idea de resolver uno de los casos extremos con los que se enfrenta GIROS. Una vez que se tiene la metodología para mejorar de manera significativa la operación de la empresa y que se han logrado minimizar los costos de transportar los recursos y los riesgos por llevar efectivo de un sitio a otro, este sistema puede ser también utilizado para mejorar la operación en el resto de los estados a lo largo de la República, considerando sus características particulares.

El haber tomado la decisión de “reorganizar” la manera en que habían venido trabajando las oficinas trajo varios beneficios para la empresa, tales como: minimizar los costos de transporte, al ser enviados los recursos a las oficinas de la concentradora más cercana, logrando trayectos más cortos y precios menores por parte de la trasladadora; minimizar riesgos, ya que el manejo de dinero en grandes cantidades puede ser sumamente peligroso pues se expone a robos, además tener almacenado el dinero también conlleva pérdidas si no se maneja de la manera correcta.

Con la nueva estructura, las concentradoras manejan una cantidad menor de dinero, se disminuye el riesgo de robos, afectando también la tarifa de riesgo que maneja la trasladadora, ya que depende de la cantidad enviada. Disminuir los riesgos es un objetivo importante para la empresa, aunque afortunadamente hasta la fecha, han tenido un bajo índice en este tipo de incidentes.

Por otra parte, en el plano personal, este trabajo me ha dejado un gran aprendizaje en varios aspectos. Antes que nada, trabajar en un proyecto para una empresa, enseña que es fundamental pero sobre todo muy necesario trabajar en equipo y contar con la ayuda y cooperación de todos los involucrados en el problema. Se debe estar en contacto con las personas que están trabajando directamente en la empresa, en este caso, del Estado de Oaxaca, pues son ellos, quienes basándose en su experiencia explican mejor que nadie las circunstancias en las que se desarrolla su trabajo. La cooperación de cada una de las partes es fundamental para lograr representar el problema real de la mejor manera.

Fue necesario aprender a usar nuevas herramientas para encontrar la mejor forma de obtener la solución al problema. En este caso fueron los Sistemas de Información Geográfica. Aprendí a usar esta herramienta que hoy en día es muy popular y útil en muchos ramos. Aunque en general, en este trabajo sirvió para representar de manera geográfica y visualizar el alcance de las nuevas concentradoras y sus respectivas oficinas, una aportación importante del uso de estos sistemas fue que se obtuvieron las distancias

de un municipio a otro, dato que era indispensable para que el modelo final representara realmente la situación, ya que de estas distancias son función de los costos derivados de transportar los recursos de un lugar a otro. Este aprendizaje ahora me queda como una herramienta más de trabajo.

Realizar este proyecto fue muy satisfactorio, sobre todo porque el trabajo tiene un alto impacto social y puede servir no sólo para mejorar las condiciones de operación de una empresa, sino puede ser benéfico para la gente que vive en las comunidades que hacen uso de los servicios, más aún si se toma en cuenta que muchas de las sucursales están en zonas alejadas y de difícil acceso, en estos casos la gente recibe gran ayuda al contar con servicios de este tipo, por medio de los cuales pueden contar con los recursos que requieren para estar comunicados y además recibir noticias de sus familiares.

| Información de GIROS | Nombre del Municipio | Nombre de la Localidad |
|-----------------------------|---|---|
| SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA |
| EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO |
| TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO |
| ZIMATLAN | ZIMATLAN DE ALVAREZ | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA |
| TLACOLULA | TLACOLULA DE MATAMOROS | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| SILACAYOPAM | SILACAYOAPAM | SILACAYOAPAM |
| CALIHUALA | CALIHUALA | CALIHUALA |
| TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA |
| CHOAPAN | SANTIAGO CHOAPAN | SANTIAGO CHOAPAN |
| TLACOTEPEC | TLACOTEPEC PLUMAS | TLACOTEPEC PLUMAS |
| SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA |
| TALEA | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA TALEA DE CASTRO |
| VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO |
| MITLA | SAN PABLO VILLA DE MITLA | SAN PABLO VILLA DE MITLA |
| ZACATEPEC MIXES | SANTIAGO ZACATEPEC | SANTIAGO ZACATEPEC |
| SANTIAGO TAMAZOLA | SANTIAGO TAMAZOLA | SANTIAGO TAMAZOLA |
| TECOMAXTLAHUACA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA |
| ZOOGOCHO | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO |
| TACACHE DE MINA | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA |
| VILLA DE ZAACHILA | VILLA DE ZAACHILA | VILLA DE ZAACHILA |
| MARISCALA | MARISCALA DE JUAREZ | MARISCALA DE JUAREZ |
| CUILAPAN | CUILAPAM DE GUERRERO | CUILAPAM DE GUERRERO |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | ZAPOTITLAN LAGUNAS | ZAPOTITLAN LAGUNAS |
| SANTIAGO MATATLAN | SANTIAGO MATATLAN | SANTIAGO MATATLAN |
| COL. SANTA ROSA | JUCHITAN DE ZARAGOZA | COLONIA SANTA ROSITA |
| OCOTLAN | OCOTLAN DE MOREOS | OCOTLAN DE MOREOS |
| MIAHUATLAN | SANTA LUCIA MIAHUATLAN | SANTA LUCIA MIAHUATLAN |
| LOMA BONITA | LOMA BONITA | LOMA BONITA |
| OAXACA | OAXACA DE JUAREZ | OAXACA DE JUAREZ |
| PINOTEPA NACIONAL | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON |
| HUAJUAPAN | | |
| TUXTEPEC | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC |
| NOCHIXTLAN | ASUNCION NOCHIXTLAN | ASUNCION NOCHIXTLAN |
| TLAXIACO | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO |
| JUQUILA | SAN JUAN JUQUILA MIXES | SAN JUAN JUQUILA MIXES |
| JUCHITAN | JUCHITAN DE ZARAGOZA | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| JUXTLAHUACA | SANTIAGO JUXTLAHUACA | SANTIAGO JUXTLAHUACA |
| SALINA CRUZ | SALINA CRUZ | SALINA CRUZ |
| TAPANATEPEC | SAN PEDRO TAPANATEPEC | SAN PEDRO TAPANATEPEC |
| CD MATIAS ROMERO | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | MATIAS ROMERO AVENDAÑO |
| PUERTO ESCONDIDO | SAN PEDRO MIXTEPEC | PUERTO ESCONDIDO |
| COSOLAPA | COSOLAPA | COSOLAPA |
| IXTLAN | IXTLAN DE JUAREZ | IXTLAN DE JUAREZ |

Tabla A.1a. Tabla de ajuste de nombres de localidades en las que se encuentran las oficinas de GIROS

| Información de GIROS | Nombre del Municipio | Nombre de la Localidad |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| CD IXTEPEC | CIUDAD IXTEPEC | CIUDAD IXTEPEC |
| ETLA | VILLA DE ETLA | VILLA DE ETLA |
| ACATLAN | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| COIXTLAHUACA | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA |
| SAN PABLO HUITZO | SAN PABLO HUITZO | SAN PABLO HUITZO |
| TEZOATLAN | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA |
| TONALA | SANTO DOMINGO TONALA | SANTO DOMINGO TONALA |
| TELIXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA |
| TEPOSCOLULA | SAN JUAN TEPOSCOLULA | SAN JUAN TEPOSCOLULA |
| TAMAZULAPAN | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN |
| POCHUTLA | SAN PEDRO POCHUTLA | SAN PEDRO POCHUTLA |
| TEHUANTEPEC | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC |
| ESTACION LAGUNAS | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | LAGUNAS |
| PUTLA DE GUERRERO | PUTLA VILLA GUERRERO | PUTLA VILLA GUERRERO |
| COL. REFORMA | SAN AGUSTIN ETLA | COLONIA REFORMA |

Tabla A.1b. Tabla de ajuste de nombres de localidades en las que se encuentran las oficinas de GIROS

| NOM_ENT | CLAVE | NOM_MUN | NOM_LOC | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD |
|---------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|----------|---------|
| Oaxaca | 20526 | SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA | 160622 | 970839 | 478 |
| Oaxaca | 20028 | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 163347 | 964357 | 1460 |
| Oaxaca | 20152 | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 172900 | 981605 | 1380 |
| Oaxaca | 20570 | ZIMATLAN DE ALVAREZ | ZIMATLAN DE ALVAREZ | 165158 | 964706 | 1500 |
| Oaxaca | 20277 | VILLA SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA | 163050 | 965840 | 1400 |
| Oaxaca | 20551 | TLACOLULA DE MATAMOROS | TLACOLULA DE MATAMOROS | 165715 | 962845 | 1600 |
| Oaxaca | 20537 | SILACAYOAPAM | SILACAYOAPAM | 173008 | 980838 | 1640 |
| Oaxaca | 20011 | CALIHUALA | CALIHUALA | 173150 | 981642 | 1320 |
| Oaxaca | 20528 | SANTOS REYES TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO | 172615 | 975618 | 1940 |
| Oaxaca | 20156 | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 172015 | 960905 | 1230 |
| Oaxaca | 20460 | SANTIAGO CHOAPAM | SANTIAGO CHOAPAM | 172140 | 955520 | 900 |
| Oaxaca | 20552 | TLACOTEPEC PLUMAS | TLACOTEPEC PLUMAS | 175103 | 972600 | 2120 |
| Oaxaca | 20459 | SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA | 181120 | 974050 | 1700 |
| Oaxaca | 20280 | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA TALEA DE CASTRO | 172142 | 961454 | 1600 |
| Oaxaca | 20038 | VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO | 171105 | 961040 | 1240 |
| Oaxaca | 20298 | SAN PABLO VILLA DE MITLA | SAN PABLO VILLA DE MITLA | 165515 | 962142 | 1680 |
| Oaxaca | 20502 | SANTIAGO ZACATEPEC | SANTIAGO ZACATEPEC | 170932 | 955448 | 1400 |
| Oaxaca | 20484 | SANTIAGO TAMAZOLA | SANTIAGO TAMAZOLA | 174010 | 981318 | 1760 |
| Oaxaca | 20348 | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | 172043 | 980151 | 1680 |
| Oaxaca | 20120 | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | 171415 | 961436 | 1520 |
| Oaxaca | 20381 | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | 174938 | 980858 | 1080 |
| Oaxaca | 20565 | VILLA DE ZAACHILA | VILLA DE ZAACHILA | 165703 | 964457 | 1520 |
| Oaxaca | 20055 | MARISCALA DE JUAREZ | MARISCALA DE JUAREZ | 175135 | 980827 | 1080 |
| Oaxaca | 20023 | CUILAPAM DE GUERRERO | CUILAPAM DE GUERRERO | 165950 | 964654 | 1560 |
| Oaxaca | 20567 | ZAPOTITLAN LAGUNAS | ZAPOTITLAN LAGUNAS | 174517 | 982323 | 1540 |
| Oaxaca | 20475 | SANTIAGO MATATLAN | SANTIAGO MATATLAN | 165153 | 962301 | 1720 |
| Oaxaca | 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | COLONIA SANTA ROSITA | 161806 | 950604 | 20 |
| Oaxaca | 20068 | OCOTLAN DE MOREOS | OCOTLAN DE MOREOS | 164729 | 964030 | 1500 |
| Oaxaca | 20391 | SANTA LUCIA MIAHUATLAN | SANTA LUCIA MIAHUATLAN | 161107 | 963705 | 2010 |
| Oaxaca | 20044 | LOMA BONITA | LOMA BONITA | 180625 | 955250 | 25 |
| Oaxaca | 20067 | OAXACA DE JUAREZ | OAXACA DE JUAREZ | 170404 | 964312 | 1555 |
| Oaxaca | 20482 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 162017 | 980301 | 205 |
| Oaxaca | 20039 | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 174814 | 974633 | 1600 |
| Oaxaca | 20184 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 180510 | 960726 | 20 |
| Oaxaca | 20006 | ASUNCION NOCHIXTLAN | ASUNCION NOCHIXTLAN | 172726 | 971330 | 2080 |
| Oaxaca | 20397 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 171610 | 974045 | 2040 |
| Oaxaca | 20200 | SAN JUAN JUQUILA MIXES | SAN JUAN JUQUILA MIXES | 165605 | 955502 | 1480 |
| Oaxaca | 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | JUCHITAN DE ZARAGOZA | 162600 | 950110 | 30 |
| Oaxaca | 20469 | SANTIAGO JUXTLAHUACA | SANTIAGO JUXTLAHUACA | 172020 | 980040 | 1680 |
| Oaxaca | 20079 | SALINA CRUZ | SALINA CRUZ | 161057 | 951145 | 22 |
| Oaxaca | 20327 | SAN PEDRO TAPANATEPEC | SAN PEDRO TAPANATEPEC | 162158 | 941136 | 46 |

Tabla A.2a. Tabla de las oficinas de GIROS con información de INEGI

| NOM_ENT | CLAVE | NOM_MUN | NOM_LOC | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD |
|---------|-------|--------------------------------|--------------------------------|---------|----------|---------|
| Oaxaca | 20057 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 165220 | 950230 | 180 |
| Oaxaca | 20318 | SAN PEDRO MIXTEPEC | PUERTO ESCONDIDO | 155143 | 970418 | 60 |
| Oaxaca | 20021 | COSOLAPA | COSOLAPA | 183607 | 964058 | 200 |
| Oaxaca | 20042 | IXTLAN DE JUAREZ | IXTLAN DE JUAREZ | 171950 | 962914 | 2030 |
| Oaxaca | 20014 | CIUDAD IXTEPEC | CIUDAD IXTEPEC | 163346 | 950600 | 160 |
| Oaxaca | 20338 | VILLA DE ETLA | VILLA DE ETLA | 171227 | 964800 | 1660 |
| Oaxaca | 20002 | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | 183220 | 963620 | 115 |
| Oaxaca | 20176 | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | 174325 | 971925 | 2100 |
| Oaxaca | 20294 | SAN PABLO HUITZO | SAN PABLO HUITZO | 171635 | 965257 | 1700 |
| Oaxaca | 20549 | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | 173908 | 974840 | 1560 |
| Oaxaca | 20520 | SANTO DOMINGO TONALA | SANTO DOMINGO TONALA | 174030 | 975745 | 1390 |
| Oaxaca | 20150 | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | 171740 | 965415 | 1700 |
| Oaxaca | 20221 | SAN JUAN TEPOSCOLULA | SAN JUAN TEPOSCOLULA | 173302 | 972530 | 2320 |
| Oaxaca | 20533 | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | 161619 | 963506 | 1700 |
| Oaxaca | 20324 | SAN PEDRO POCHUTLA | SAN PEDRO POCHUTLA | 154440 | 962755 | 150 |
| Oaxaca | 20515 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 161928 | 951420 | 55 |
| Oaxaca | 20010 | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | LAGUNAS | 164804 | 950420 | 260 |
| Oaxaca | 20073 | PUTLA VILLA GUERRERO | PUTLA VILLA GUERRERO | 170133 | 975545 | 720 |
| Oaxaca | 20084 | SAN AGUSTIN ETLA | COLONIA REFORMA | 171124 | 964520 | 1820 |

Tabla A.2b. Tabla de las oficinas de GIROS con información de INEGI

| Clave | NOMBRE LOCALIDAD | Sucursales Banco 1 | Sucursales Banco 2 | Sucursales Banco 3 | Sucursales Banco 4 | Sucursales Banco 5 |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 20006 | ASUNCION NOCHIXTLAN | 1 | 1 | | | |
| 20010 | LAGUNAS | 1 | | | | |
| 20014 | CIUDAD IXTEPEC | 1 | 1 | | | |
| 20039 | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 20042 | IXTLAN DE JUAREZ | | | | 1 | |
| 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20044 | LOMA BONITA | 1 | | 1 | | |
| 20057 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 1 | | | 1 | |
| 20067 | OAXACA DE JUAREZ | 8 | 6 | 4 | 6 | 5 |
| 20079 | SALINA CRUZ | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20184 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 20318 | PUERTO ESCONDIDO | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20324 | SAN PEDRO POCHUTLA | 1 | 1 | 1 | | |
| 20327 | SAN PEDRO TAPANATEPEC | 1 | | | | |
| 20338 | VILLA DE ETLA | 1 | | | | |
| 20397 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 1 | 1 | | 1 | |
| 20469 | SANTIAGO JUXTLAHUACA | 1 | | 1 | | |
| 20482 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | | 1 | 1 | | 1 |
| 20515 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 20551 | TLACOLULA DE MATAMOROS | 1 | | | | |
| 20570 | ZIMATLAN DE ALVAREZ | 1 | | | | |

Tabla A.3. Tabla de las oficinas de GIROS con entidad bancaria con información de INEGI

| Municipio | Servicios financieros en \$ | Servicio normal en \$ |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| SANTOS REYES NOPALA | 156458 | 105890 |
| HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 57369 | 160290 |
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 31292 | 10518 |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 3707 | 234621 |
| VILLA SOLA DE VEGA | 108189 | 112665 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 9072 | 187469 |
| SILACAYOAPAM | 261964 | 48706 |
| CALIHUALA | 1250 | 8959 |
| SANTOS REYES TEPEJILLO | 5131 | 26182 |
| SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 150092 | 71393 |
| SANTIAGO CHOAPAM | 1500 | 11944 |
| TLACOTEPEC PLUMAS | 8999 | 12009 |
| SANTIAGO CHAZUMBA | 100782 | 43923 |
| VILLA TALEA DE CASTRO | 8352 | 24420 |
| VILLA HIDALGO | 22941 | 47106 |
| SAN PABLO VILLA DE MITLA | 25817 | 69311 |
| SANTIAGO ZACATEPEC | 4400 | 8534 |
| SANTIAGO TAMAZOLA | 197622 | 38853 |
| SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | 6799 | 40746 |
| SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | 9407 | 17621 |
| SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | 53797 | 47034 |
| VILLA DE ZAACHILA | 56442 | 75810 |
| MARISCALA DE JUAREZ | 147836 | 56800 |
| CUILAPAM DE GUERRERO | 12496 | 38858 |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | 144046 | 48056 |
| SANTIAGO MATATLAN | 857 | 16703 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 0 | 28867 |
| OCOTLAN DE MOREOS | 28429 | 241835 |
| SANTA LUCIA MIAHUATLAN | 4232 | 471264 |
| LOMA BONITA | 63904 | 177847 |
| OAXACA DE JUAREZ | 18440 | 1298999 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 47684 | 163483 |
| HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 7169 | 300409 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 63046 | 420151 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 74046 | 166646 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 102058 | 409521 |
| SAN JUAN JUQUILA MIXES | 49122 | 165863 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 33454 | 104572 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 21838 | 280001 |
| SALINA CRUZ | 8684 | 241088 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 13619 | 140890 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 38954 | 370134 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 55700 | 210107 |
| COSOLAPA | 183799 | 303567 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 44908 | 161239 |
| CIUDAD IXTEPEC | 17989 | 304780 |
| VILLA DE ETLA | 477271 | 120877 |
| ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | 41749 | 136436 |
| SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | 71274 | 34882 |
| SAN PABLO HUITZO | 277127 | 37020 |
| TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | 184403 | 40251 |
| SANTO DOMINGO TONALA | 422986 | 81389 |
| SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | 247347 | 34412 |
| SAN JUAN TEPOSCOLULA | 433418 | 57935 |
| SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | 614624 | 98009 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 18799 | 276895 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 35694 | 344276 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 73247 | 104653 |
| PUTLA VILLA GUERRERO | 19414 | 370564 |
| SAN AGUSTIN ETLA | 10091 | 460500 |

Tabla A.4. Información proporcionada por GIROS de cantidad de dinero utilizada para servicio financiero y servicio normal

| Oficina | Demanda semanal en U.E. |
|--|--|
| SANTOS REYES NOPALA | 26.44136 |
| HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 22.35806 |
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 4.257844 |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 24.54361 |
| VILLA SOLA DE VEGA | 22.6974 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 18.4571 |
| SILACAYOAPAM | 31.2948 |
| CALIHUALA | 0.9904 |
| SANTOS REYES TEPEJILLO | 3.1196 |
| SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 22.3934 |
| SANTIAGO CHOAPAM | 1.3378 |
| TLACOTEPEC PLUMAS | 2.1524 |
| SANTIAGO CHAZUMBA | 14.9516 |
| VILLA TALEA DE CASTRO | 3.6841 |
| VILLA HIDALGO | 8.0016 |
| SAN PABLO VILLA DE MITLA | 9.7858 |
| SANTIAGO ZACATEPEC | 1.2651 |
| SANTIAGO TAMAZOLA | 19.9244 |
| SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | 4.5961 |
| SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | 2.7108 |
| SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | 10.2732 |
| VILLA DE ZAACHILA | 13.1629 |
| MARISCALA DE JUAREZ | 21.0563 |
| CUILAPAM DE GUERRERO | 4.986 |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | 19.4938 |
| SANTIAGO MATATLAN | 2.0792 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA (col.Sta. Rosita) | 2.7977 |
| OCOTLAN DE MOREOS | 24.531 |
| SANTA LUCIA MIAHUATLAN | 44.7538 |
| LOMA BONITA | 24.714 |
| OAXACA DE JUAREZ | 127.026 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 20.9678 |
| HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 31.5927 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 47.8601 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 23.24138 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 48.6063 |
| SAN JUAN JUQUILA MIXES | 23.59652 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 14.003 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 33.6098 |
| SALINA CRUZ | 24.85861 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 15.59559 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 33.41586 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 26.7408 |
| COSOLAPA | 43.59732 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 21.12652 |
| CIUDAD IXTEPEC | 32.79365 |
| VILLA DE ETLA | 69.42403 |
| ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | 16.41977 |
| SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | 11.26733 |
| SAN PABLO HUITZO | 32.13463 |
| TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | 20.70987 |
| SANTO DOMINGO TONALA | 59.71739 |
| SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | 27.59554 |
| SAN JUAN TEPOSCOLULA | 54.82939 |
| SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | 70.19199 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 31.91511 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 37.77218 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 16.03439 |
| PUTLA VILLA GUERRERO | 39.86381 |
| SAN AGUSTIN ETLA | 45.93717 |

Tabla A.5. Demanda de cada oficina de GIROS en unidades de envío (U.E.).

| Código | Oficina |
|--------|---------------------------------|
| 01 | SANTOS REYES NOPALA |
| 02 | HEROICA CD. DE EJUTLA DE CRESPO |
| 03 | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO |
| 04 | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| 05 | VILLA SOLA DE VEGA |
| 06 | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| 07 | SILACAYOAPAM |
| 08 | CALIHUALA |
| 09 | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| 10 | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA |
| 11 | SANTIAGO CHOAPAM |
| 12 | TLACOTEPEC PLUMAS |
| 13 | SANTIAGO CHAZUMBA |
| 14 | VILLA TALEA DE CASTRO |
| 15 | VILLA HIDALGO |
| 16 | SAN PABLO VILLA DE MITLA |
| 17 | SANTIAGO ZACATEPEC |
| 18 | SANTIAGO TAMAZOLA |
| 19 | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA |
| 20 | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO |
| 21 | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA |
| 22 | VILLA DE ZAACHILA |
| 23 | MARISCALA DE JUAREZ |
| 24 | CUILAPAM DE GUERRERO |
| 25 | ZAPOTITLAN LAGUNAS |
| 26 | SANTIAGO MATATLAN |
| 27 | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| 28 | OCOTLAN DE MOREOS |
| 29 | SANTA LUCIA MIAHUATLAN |
| 30 | LOMA BONITA |

| Código | Oficina |
|--------|----------------------------------|
| 31 | OAXACA DE JUAREZ |
| 32 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL |
| 33 | HEROICA CD. DE HUAJUAPAN DE LEON |
| 34 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC |
| 35 | ASUNCION NOCHIXTLAN |
| 36 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO |
| 37 | SAN JUAN JUQUILA MIXES |
| 38 | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| 39 | SANTIAGO JUXTLAHUACA |
| 40 | SALINA CRUZ |
| 41 | SAN PEDRO TAPANATEPEC |
| 42 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO |
| 43 | SAN PEDRO MIXTEPEC |
| 44 | COSOLAPA |
| 45 | IXTLAN DE JUAREZ |
| 46 | CIUDAD IXTEPEC |
| 47 | VILLA DE ETLA |
| 48 | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| 49 | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA |
| 50 | SAN PABLO HUITZO |
| 51 | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA |
| 52 | SANTO DOMINGO TONALA |
| 53 | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA |
| 54 | SAN JUAN TEPOSCOLULA |
| 55 | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN |
| 56 | SAN PEDRO POCHUTLA |
| 57 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC |
| 58 | EL BARRIO DE LA SOLEDAD |
| 59 | PUTLA VILLA GUERRERO |
| 60 | SAN AGUSTIN ETLA |

Tabla A.6. Código numérico de todas las oficinas en el estado de Oaxaca

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------|-----------|
| | SANTOS REYES NOPALA | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | ZIMATLAN DE ALVAREZ | VILLA SOLA DE VEGA | TLACOLULA DE MATAMOROS | SILACAYOAPAM | CALIHUALA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 160.52558 | 126.22059 | 387.53288 | 0 | 70.63219 | 133.67361 | 361.65791 | 378.86397 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 228.7545 | 96.25277 | 310.92906 | 133.67361 | 132.73731 | 0 | 284.63828 | 302.98041 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 337.68916 | 325.84544 | 590.561 | 386.01725 | 377.89341 | 276.99206 | 566.87588 | 579.97638 |
| LOMA BONITA | 423.7902 | 294.26491 | 477.28978 | 334.60431 | 327.18978 | 235.10845 | 466.25816 | 466.82622 |
| OAXACA DE JUAREZ | 199.34453 | 57.73045 | 272.42625 | 104.38603 | 106.03355 | 33.84012 | 247.06856 | 268.14881 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 202.57011 | 337.44694 | 237.61741 | 350.99794 | 308.01303 | 370.49675 | 211.12441 | 231.80688 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 369.54066 | 244.91773 | 123.57635 | 270.47003 | 281.55059 | 204.29244 | 94.13984 | 134.27159 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 381.68597 | 250.70459 | 445.13641 | 286.66678 | 284.52469 | 196.64744 | 425.13816 | 436.35672 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 293.24331 | 159.922 | 212.33156 | 200.90345 | 194.1922 | 125.52977 | 187.12766 | 205.13433 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 358.66991 | 229.35178 | 136.23056 | 264.83472 | 268.53709 | 193.84473 | 106.49434 | 127.18566 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 338.27484 | 284.6705 | 549.49988 | 346.19597 | 338.25766 | 238.25566 | 525.19613 | 538.422 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 329.29275 | 288.12391 | 88.70938 | 316.06625 | 322.87194 | 254.29231 | 59.14512 | 79.31513 |
| SALINA CRUZ | 285.46434 | 264.87856 | 529.67 | 324.34544 | 318.942 | 219.29813 | 505.96669 | 521.23325 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 448.62366 | 396.77994 | 659.96388 | 444.96753 | 453.13544 | 348.18031 | 636.2845 | 650.70594 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 431.60572 | 372.01219 | 622.72638 | 428.62503 | 437.04372 | 309.43584 | 598.32219 | 613.99725 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 34.35867 | 172.33209 | 383.76959 | 179.53848 | 139.97748 | 247.25784 | 353.69588 | 374.92628 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 304.68788 | 175.66847 | 387.46391 | 209.94294 | 209.97794 | 92.31961 | 362.34009 | 378.01516 |
| CIUDAD IXTEPEC | 340.71491 | 286.87113 | 551.81056 | 345.30325 | 341.08563 | 240.96602 | 526.93125 | 543.37688 |
| VILLA DE ETLA | 215.87881 | 85.55478 | 261.22914 | 121.33141 | 119.73921 | 48.83696 | 236.81233 | 252.89088 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 123.14854 | 170.82228 | 451.97959 | 269.49153 | 227.73109 | 242.94369 | 425.40644 | 442.79975 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 271.49709 | 287.8655 | 551.89069 | 340.76784 | 332.58325 | 241.87383 | 518.61059 | 544.33181 |

Tabla A.7a. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|----------------|
| | SANTOS REYES | SAN ILDEFONSO | SANTIAGO | TLACOTEPEC | SANTIAGO | VILLA TALEA | VILLA | SAN PABLO |
| | TEPEJILLO | VILLA ALTA | CHOAPAM | PLUMAS | CHAZUMBA | DE CASTRO | HIDALGO | VILLA DE MITLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 319.05438 | 224.93898 | 271.06788 | 246.07703 | 330.73313 | 206.74077 | 199.22908 | 163.81325 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 241.82802 | 106.54293 | 140.10478 | 174.24425 | 250.09214 | 83.49687 | 75.84894 | 24.32567 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 522.02959 | 388.09716 | 214.75305 | 451.52247 | 527.58438 | 366.19103 | 355.21528 | 288.27647 |
| LOMA BONITA | 423.40216 | 282.739 | 108.22867 | 341.64959 | 343.68672 | 220.07798 | 251.07241 | 218.19717 |
| OAXACA DE JUAREZ | 204.78434 | 129.43605 | 173.28016 | 133.51467 | 215.35117 | 103.98563 | 94.28437 | 61.79724 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 188.86936 | 467.22522 | 510.41309 | 272.07728 | 310.06378 | 446.47481 | 431.38103 | 399.46769 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 110.69352 | 296.19691 | 339.86041 | 75.70691 | 60.47951 | 266.92356 | 264.62913 | 224.59975 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 381.08475 | 241.40242 | 132.82933 | 287.97966 | 307.42878 | 178.5508 | 209.50109 | 216.39092 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 143.96667 | 217.51192 | 261.10592 | 74.5057 | 152.4382 | 192.34464 | 185.74166 | 148.66792 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 57.6679 | 286.19178 | 330.55059 | 89.6468 | 153.10823 | 267.45803 | 255.72398 | 215.34967 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 481.88069 | 347.29991 | 279.61069 | 410.41191 | 489.24781 | 321.63409 | 314.59244 | 248.2443 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 33.01968 | 345.85481 | 385.26559 | 149.5635 | 157.24508 | 324.76884 | 313.42069 | 277.84063 |
| SALINA CRUZ | 460.21413 | 326.52756 | 313.69084 | 391.66028 | 472.70609 | 300.79928 | 293.32231 | 221.98058 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 591.68275 | 455.49625 | 357.87444 | 522.14409 | 600.62694 | 431.34663 | 423.96853 | 358.90353 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 556.11544 | 415.25209 | 181.19417 | 471.86853 | 491.24669 | 353.57444 | 382.85581 | 289.41588 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 327.91375 | 338.718 | 378.58672 | 356.99875 | 435.38963 | 317.96663 | 308.54284 | 268.52294 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 319.16966 | 113.29755 | 226.00286 | 249.71816 | 328.79181 | 10.14301 | 80.88183 | 116.48718 |
| CIUDAD IXTEPEC | 484.47744 | 348.59178 | 270.94838 | 414.30928 | 492.70016 | 323.37434 | 316.04138 | 250.99481 |
| VILLA DE ETLA | 193.61328 | 142.34259 | 185.74266 | 123.14792 | 203.4297 | 116.96235 | 111.31895 | 74.93084 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 401.08641 | 334.18056 | 362.06591 | 352.83422 | 432.13447 | 330.17669 | 302.6225 | 254.89383 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 476.32353 | 340.12225 | 336.85234 | 406.13291 | 485.20656 | 315.33 | 317.57516 | 242.81844 |

Tabla A.7b. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------|-----------------|---------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|--|
| | SANTIAGO | SANTIAGO | SAN SEBASTIAN | SAN BARTOLOME | SANTA CRUZ | VILLA DE | MARISCALA | CUILAPAM | |
| | ZACATEPEC | TAMAZOLA | TECOMAXTLAHUACA | ZOOGOCHO | TACACHE DE MINA | ZAACHILA | DE JUAREZ | DE GUERRERO | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 242.55494 | 361.96622 | 331.15838 | 202.29953 | 330.96228 | 84.2167 | 332.15163 | 90.81487 | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 104.59559 | 288.57606 | 252.76672 | 80.11881 | 261.71063 | 47.04643 | 261.38002 | 41.64809 | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 292.7425 | 566.81656 | 534.0455 | 361.98472 | 537.97831 | 322.18438 | 533.627 | 322.22509 | |
| LOMA BONITA | 181.48473 | 451.40184 | 433.64778 | 220.98672 | 426.06778 | 243.78094 | 427.83556 | 237.32808 | |
| OAXACA DE JUAREZ | 144.41852 | 247.37613 | 214.33789 | 102.38862 | 223.93763 | 23.0882 | 216.69781 | 17.49893 | |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 477.90953 | 243.21883 | 172.63433 | 440.01084 | 248.6315 | 359.44759 | 254.54814 | 354.98184 | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 307.15422 | 99.0723 | 93.30245 | 271.84594 | 73.2532 | 190.03019 | 67.68362 | 183.95319 | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 209.84514 | 420.35981 | 392.15528 | 180.98225 | 394.96672 | 202.68652 | 396.07313 | 195.85192 | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 228.43113 | 186.51195 | 153.89036 | 194.25817 | 161.41416 | 111.16266 | 155.6292 | 107.68349 | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 299.71503 | 137.30536 | 65.94872 | 258.74163 | 151.64825 | 180.39258 | 148.9987 | 173.95967 | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 327.83484 | 526.77375 | 491.32572 | 319.63341 | 499.61084 | 282.33178 | 494.32841 | 281.65744 | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 359.98191 | 90.79096 | 22.71092 | 320.44525 | 103.68402 | 240.06222 | 102.43742 | 233.23811 | |
| SALINA CRUZ | 307.85781 | 502.50363 | 471.78272 | 301.17025 | 476.83291 | 259.04739 | 473.6825 | 259.37111 | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 432.8677 | 634.46625 | 601.6745 | 429.12119 | 609.20363 | 391.97209 | 603.57975 | 391.62788 | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 256.18738 | 599.71519 | 566.1205 | 352.92369 | 573.71563 | 361.14091 | 574.31269 | 355.11006 | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 353.17969 | 386.19381 | 322.64391 | 313.23297 | 399.15109 | 198.01578 | 398.86175 | 203.49469 | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 198.30705 | 362.93238 | 329.17469 | 47.92643 | 337.30975 | 125.12755 | 338.25531 | 119.12808 | |
| CIUDAD IXTEPEC | 332.84241 | 527.35713 | 493.76578 | 323.79088 | 501.72597 | 284.41475 | 495.82616 | 283.71913 | |
| VILLA DE ETLA | 157.14348 | 236.53503 | 202.85128 | 115.14806 | 210.86053 | 38.84463 | 211.17459 | 29.66163 | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 349.643 | 455.45694 | 387.14925 | 325.54244 | 439.64281 | 203.17455 | 434.27303 | 209.64338 | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 321.33066 | 529.96156 | 485.32022 | 314.97416 | 493.45088 | 275.87491 | 487.71831 | 275.61128 | |

Tabla A.7c. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| | ZAPOTITLAN | SANTIAGO | JUCHITAN DE | OCOTLAN | SANTA LUCIA | LOMA | OAXACA | SANTIAGO |
| | LAGUNAS | MATATLAN | ZARAGOZA | DE MOREOS | MIAHUATLAN | BONITA | DE JUAREZ | PINOTEPA NACIONAL |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 386.49303 | 126.2916 | 346.19597 | 92.56883 | 172.29341 | 334.60431 | 104.38603 | 350.99794 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 311.63353 | 33.9349 | 238.25566 | 64.21736 | 152.43447 | 235.10845 | 33.84012 | 370.49675 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 596.04644 | 261.77997 | 58.73398 | 298.05284 | 304.18319 | 204.29822 | 316.82678 | 494.01034 |
| LOMA BONITA | 479.93906 | 260.72034 | 264.86138 | 261.17797 | 344.73128 | 0 | 232.99698 | 557.04025 |
| OAXACA DE JUAREZ | 277.69928 | 72.57327 | 277.13525 | 40.11155 | 127.35641 | 232.99698 | 0 | 336.94853 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 273.0185 | 395.47825 | 451.37331 | 362.80763 | 319.72697 | 557.04025 | 336.94853 | 0 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 126.67517 | 237.50931 | 441.54106 | 207.2072 | 291.33753 | 385.87716 | 167.1437 | 253.03972 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 448.45384 | 229.16814 | 287.84569 | 219.05316 | 306.02263 | 49.96129 | 191.3338 | 504.28547 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 216.11072 | 161.31433 | 365.83025 | 126.65298 | 215.43414 | 306.43784 | 90.79455 | 275.21085 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 167.53178 | 226.19805 | 434.14569 | 196.52152 | 281.24138 | 375.74925 | 156.28466 | 180.53211 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 555.19356 | 220.94952 | 0 | 256.74705 | 260.90891 | 264.86138 | 277.13525 | 451.37331 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 108.78961 | 286.87659 | 493.50947 | 256.29341 | 343.44109 | 416.56419 | 216.23753 | 152.0335 |
| SALINA CRUZ | 532.13088 | 201.13039 | 50.81614 | 232.41125 | 240.29455 | 295.7945 | 253.64667 | 395.45197 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 665.28144 | 330.56634 | 112.69181 | 366.43313 | 370.77413 | 341.33375 | 383.50866 | 547.09281 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 626.54681 | 317.84978 | 113.54178 | 350.02441 | 354.82941 | 165.50219 | 342.91666 | 545.53188 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 416.13119 | 227.53264 | 304.62909 | 197.08192 | 149.37027 | 441.34391 | 219.73791 | 153.49106 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 357.82891 | 124.59066 | 331.44241 | 142.37589 | 229.29875 | 230.20039 | 114.48973 | 451.93266 |
| CIUDAD IXTEPEC | 556.61488 | 223.27403 | 25.58632 | 258.10369 | 265.40219 | 258.85102 | 275.59994 | 454.47763 |
| VILLA DE ETLA | 266.82116 | 83.75119 | 289.78578 | 130.49941 | 140.19734 | 239.85063 | 12.04307 | 325.82959 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 483.71266 | 212.12678 | 231.76702 | 195.37792 | 140.20575 | 438.11128 | 214.04683 | 232.08341 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 549.19756 | 224.29194 | 66.11153 | 249.86073 | 257.50088 | 312.07166 | 271.37109 | 384.85797 |

Tabla A.7d. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------|------------|----------------|---------------|-------------|-------------|-----------|
| | HEROICA CIUDAD DE | SAN JUAN | ASUNCION | HEROICA CIUDAD | SAN JUAN | JUCHITAN DE | SANTIAGO | SALINA |
| | HUAJUAPAN DE LEON | BAUTISTA TUXTEPEC | NOCHIXTLAN | DE TLAXIACO | JUQUILA MIXES | ZARAGOZA | JUXTLAHUACA | CRUZ |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 270.47003 | 286.66678 | 200.90345 | 264.83472 | 222.642 | 346.19597 | 316.06625 | 324.34544 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 204.29244 | 196.64744 | 125.52977 | 193.84473 | 88.55981 | 238.25566 | 254.29231 | 219.29813 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 482.97378 | 228.79184 | 405.51978 | 472.43738 | 320.21916 | 60.0565 | 533.82438 | 92.04918 |
| LOMA BONITA | 385.87716 | 49.96129 | 306.43784 | 375.74925 | 211.61888 | 264.86138 | 532.56056 | 295.7945 |
| OAXACA DE JUAREZ | 167.1437 | 191.3338 | 90.79455 | 156.28466 | 123.57271 | 277.13525 | 216.23753 | 253.64667 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 253.03972 | 504.28547 | 275.21085 | 180.53211 | 464.63178 | 451.37331 | 152.0335 | 395.45197 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 0 | 340.17694 | 105.9904 | 106.4915 | 294.01447 | 441.54106 | 101.18148 | 423.15022 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 340.17694 | 0 | 265.67803 | 333.05444 | 236.57539 | 287.84569 | 393.88 | 322.21956 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 105.9904 | 265.67803 | 0 | 94.68634 | 215.18672 | 365.83025 | 155.59488 | 342.00891 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 106.4915 | 333.05444 | 94.68634 | 0 | 282.94591 | 433.79138 | 58.75429 | 411.36109 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 441.54106 | 287.84569 | 365.83025 | 433.79138 | 314.45263 | 0 | 493.50947 | 50.81614 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 101.18148 | 393.88 | 155.59488 | 58.75429 | 343.16141 | 493.50947 | 0 | 470.48603 |
| SALINA CRUZ | 423.15022 | 322.21956 | 342.00891 | 411.36109 | 291.77597 | 50.81614 | 470.48603 | 0 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 553.81525 | 366.29025 | 473.65794 | 543.43231 | 424.06947 | 112.69181 | 602.96206 | 160.95491 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 516.08625 | 187.81166 | 437.33369 | 503.79022 | 282.44247 | 113.54178 | 564.12963 | 143.5773 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 384.15419 | 400.47038 | 309.8325 | 323.78353 | 336.33194 | 304.62909 | 295.06019 | 250.48083 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 279.40134 | 188.72428 | 202.56769 | 270.0615 | 181.62536 | 331.44241 | 330.46228 | 309.13256 |
| CIUDAD IXTEPEC | 445.90647 | 283.344 | 367.03478 | 435.75925 | 316.16075 | 25.58632 | 495.18691 | 52.40961 |
| VILLA DE ETLA | 154.66592 | 198.27214 | 76.60953 | 145.30897 | 140.53458 | 289.78578 | 204.51311 | 269.91788 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 384.21538 | 396.19219 | 308.27675 | 373.81897 | 320.05531 | 231.76702 | 363.34825 | 178.99742 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 446.78641 | 336.07384 | 368.68956 | 427.80703 | 307.98438 | 66.11153 | 496.20488 | 20.56001 |

Tabla A.7e. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------|-----------------------|-----------|---------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
| | SAN PEDRO TAPANATEPEC | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | SAN PEDRO MIXTEPEC | COSOLAPA | IXTLAN DE JUAREZ | CIUDAD IXTEPEC | VILLA DE ETLA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 444.96753 | 428.62503 | 179.53848 | 390.53103 | 209.94294 | 345.30325 | 121.33141 | 370.98888 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 348.18031 | 309.43584 | 247.25784 | 295.02159 | 92.31961 | 240.96602 | 48.83696 | 273.78463 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 136.63402 | 52.43979 | 343.22056 | 326.90703 | 371.63894 | 53.62957 | 329.09606 | 306.55716 |
| LOMA BONITA | 341.33375 | 165.50219 | 441.34391 | 133.33877 | 230.20039 | 258.85102 | 239.85063 | 114.43683 |
| OAXACA DE JUAREZ | 383.50866 | 342.91666 | 219.73791 | 267.70994 | 114.48973 | 275.59994 | 12.04307 | 268.24009 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 547.09281 | 545.53188 | 153.49106 | 511.95844 | 451.93266 | 454.47763 | 325.82959 | 539.51156 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 553.81525 | 516.08625 | 384.15419 | 273.23581 | 279.40134 | 445.90647 | 154.66592 | 299.66188 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 366.29025 | 187.81166 | 400.47038 | 101.20884 | 188.72428 | 283.344 | 198.27214 | 83.29138 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 473.65794 | 437.33369 | 309.8325 | 295.73175 | 202.56769 | 367.03478 | 76.60953 | 324.31456 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 543.43231 | 503.79022 | 323.78353 | 334.44269 | 270.0615 | 435.75925 | 145.30897 | 359.1835 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 112.69181 | 113.54178 | 304.62909 | 384.68934 | 331.44241 | 25.58632 | 289.78578 | 366.26459 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 602.96206 | 564.12963 | 295.06019 | 360.42944 | 330.46228 | 495.18691 | 204.51311 | 387.18781 |
| SALINA CRUZ | 160.95491 | 143.5773 | 250.48083 | 419.59116 | 309.13256 | 52.40961 | 269.91788 | 398.16669 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 0 | 190.32505 | 414.265 | 463.57947 | 441.42609 | 128.69033 | 399.97022 | 444.46347 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 190.32505 | 0 | 398.15328 | 286.58219 | 361.53728 | 108.39439 | 360.80059 | 267.43781 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 414.265 | 398.15328 | 0 | 497.02638 | 322.62275 | 305.73141 | 233.00955 | 478.10034 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 441.42609 | 361.53728 | 322.62275 | 286.20878 | 0 | 333.51734 | 127.03262 | 266.87253 |
| CIUDAD IXTEPEC | 128.69033 | 108.39439 | 305.73141 | 381.37841 | 333.51734 | 0 | 291.722 | 361.43463 |
| VILLA DE ETLA | 399.97022 | 360.80059 | 233.00955 | 295.92488 | 127.03262 | 291.722 | 0 | 276.49963 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 342.19156 | 323.11816 | 88.2815 | 509.73381 | 319.46834 | 234.32216 | 230.87875 | 495.63475 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 186.32084 | 165.98948 | 227.5765 | 443.43447 | 334.53525 | 78.41213 | 293.07941 | 423.17666 |

Tabla A.7f. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------|---------------|---------------|---------------|------------|-------------|-----------|
| | SAN JUAN BAUTISTA | SAN PABLO | TEZOATLAN DE | SANTO DOMINGO | SAN FRANCISCO | SAN JUAN | SANTO TOMAS | SAN PEDRO |
| | COIXTLAHUACA | HUITZO | SEGURA Y LUNA | TONALA | TELIXTLAHUACA | TEPOSOLULA | TAMAZULAPAN | POCHUTLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 222.52852 | 147.96167 | 291.43409 | 310.24747 | 152.41775 | 214.67598 | 167.27122 | 269.49153 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 142.90873 | 69.21814 | 215.22631 | 230.79198 | 80.07052 | 137.10688 | 141.6197 | 242.94369 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 423.86753 | 350.82694 | 493.36828 | 513.17588 | 359.54744 | 416.5385 | 291.00494 | 272.77172 |
| LOMA BONITA | 326.76434 | 249.95989 | 396.34741 | 415.41663 | 260.23753 | 319.71253 | 336.9545 | 438.11128 |
| OAXACA DE JUAREZ | 107.08938 | 35.64224 | 180.75202 | 195.33109 | 45.80474 | 99.33448 | 112.61776 | 214.04683 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 268.53834 | 314.46247 | 288.31369 | 216.30738 | 321.36719 | 240.16294 | 307.70006 | 232.08341 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 76.54581 | 143.84525 | 48.62738 | 43.78027 | 148.16834 | 69.1541 | 282.90475 | 384.21538 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 285.34034 | 208.12766 | 354.87128 | 371.47381 | 217.08498 | 278.07719 | 293.86394 | 396.19219 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 46.79375 | 64.88386 | 119.27228 | 134.96895 | 73.59064 | 39.61575 | 204.04072 | 308.27675 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 91.69306 | 133.53125 | 117.26089 | 113.41881 | 140.01281 | 58.58489 | 272.24763 | 373.81897 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 385.091 | 307.44113 | 454.88597 | 473.41972 | 317.45581 | 376.25306 | 251.53259 | 231.76702 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 150.60238 | 193.05841 | 136.676 | 65.34023 | 202.43784 | 118.30105 | 331.68075 | 363.34825 |
| SALINA CRUZ | 364.51859 | 288.93075 | 429.80025 | 451.31741 | 295.75409 | 354.9545 | 230.89713 | 178.99742 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 494.571 | 418.98316 | 564.26075 | 581.67613 | 428.64747 | 486.46053 | 361.42266 | 342.19156 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 457.57803 | 382.15516 | 527.74294 | 545.97669 | 392.72569 | 450.66303 | 345.47819 | 323.11816 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 328.34166 | 254.29445 | 399.01856 | 361.00216 | 265.21494 | 321.01869 | 140.53663 | 88.2815 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 222.07114 | 146.71091 | 290.29919 | 309.17619 | 156.52986 | 214.74816 | 217.48131 | 319.46834 |
| CIUDAD IXTEPEC | 386.66226 | 310.89503 | 456.163 | 475.6125 | 320.84116 | 378.88947 | 253.978 | 234.32216 |
| VILLA DE ETLA | 95.79322 | 19.38236 | 165.51983 | 183.58295 | 28.42331 | 88.36451 | 129.08435 | 230.87875 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 346.17403 | 249.08167 | 410.63853 | 412.13672 | 259.36609 | 337.69322 | 110.68165 | 0 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 388.12263 | 301.88719 | 448.17566 | 476.52888 | 322.54084 | 380.72481 | 245.65702 | 165.40738 |

Tabla A.7g. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | PUTLA VILLA GUERRERO | SAN AGUSTIN ETLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 340.76784 | 386.01725 | 331.79834 | 137.95191 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 241.87383 | 276.99206 | 253.42741 | 61.20763 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 118.28912 | 0 | 530.98456 | 341.12113 |
| LOMA BONITA | 312.07166 | 204.29822 | 433.30041 | 248.74763 |
| OAXACA DE JUAREZ | 271.37109 | 316.82678 | 215.62056 | 24.15086 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 384.85797 | 494.01034 | 120.07213 | 334.46284 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 446.78641 | 482.97378 | 135.16873 | 161.57863 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 336.07384 | 228.79184 | 393.11884 | 207.58553 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 368.68956 | 405.51978 | 154.75808 | 85.818 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 427.80703 | 472.43738 | 57.88388 | 153.63197 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 66.11153 | 58.73398 | 492.91916 | 300.58516 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 496.20488 | 532.56056 | 28.92131 | 213.66755 |
| SALINA CRUZ | 20.56001 | 92.04918 | 470.03206 | 280.58447 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 186.32084 | 136.63402 | 602.57881 | 410.52391 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 165.98948 | 52.43979 | 566.08725 | 373.53094 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 227.5765 | 343.22056 | 264.71506 | 244.29459 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 334.53525 | 371.63894 | 329.39925 | 137.23044 |
| CIUDAD IXTEPEC | 78.41213 | 53.62957 | 493.99031 | 302.61516 |
| VILLA DE ETLA | 293.07941 | 329.09606 | 204.03119 | 10.55367 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 165.40738 | 272.77172 | 333.58175 | 240.53219 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 0 | 118.28912 | 473.14063 | 303.28113 |

Tabla A.7h. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------|-------------|
| | SANTOS REYES NOPALA | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | ZIMATLAN DE ALVAREZ | VILLA SOLA DE VEGA | TLACOLULA DE MATAMOROS | SILACAYOAPAM | CALIHUALA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 143.3956097 | 137.4568324 | 3484.664821 | 47.47157824 | 97.84307394 | 160.4481662 | 227.9303741 | 6155.907797 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 183.5464187 | 116.6008512 | 3204.721395 | 132.2171137 | 140.4186847 | 47.75649891 | 189.6356593 | 4963.714548 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 247.651416 | 276.3849266 | 4226.617215 | 292.1963115 | 308.4832611 | 281.2707809 | 329.9662272 | 9315.549456 |
| LOMA BONITA | 298.3194672 | 254.4065865 | 3812.67528 | 259.6018665 | 273.72384 | 245.9613893 | 279.9383719 | 7537.867217 |
| OAXACA DE JUAREZ | 166.2394749 | 89.79140083 | 3064.015506 | 113.6495621 | 122.1121603 | 76.28493876 | 170.9557238 | 4416.481414 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 168.1376384 | 284.4589428 | 2936.808979 | 269.9949946 | 260.5773902 | 360.098602 | 153.0840335 | 3845.519751 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 266.3951319 | 220.0636193 | 2520.053716 | 218.9424282 | 242.4363007 | 219.9823831 | 94.91846259 | 2313.159985 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 273.5423067 | 224.0909607 | 3695.172986 | 229.2107395 | 244.4751684 | 213.5373727 | 259.4932117 | 7059.166268 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 221.4962777 | 160.9111902 | 2844.403567 | 174.8390552 | 182.5485361 | 153.5826158 | 141.1526766 | 3426.472015 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 259.9979999 | 209.2305603 | 2566.297662 | 215.3697906 | 233.5150119 | 211.1745873 | 101.061209 | 2201.834186 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 247.9960722 | 247.7293963 | 4076.562157 | 266.9506725 | 281.3113264 | 248.6146007 | 309.2427552 | 8662.695909 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 242.7103638 | 250.1327828 | 2392.634756 | 247.8492264 | 270.7637834 | 262.1340741 | 77.51883571 | 1449.748719 |
| SALINA CRUZ | 216.9185717 | 233.9552769 | 4004.095216 | 253.0980141 | 268.0696481 | 232.6327201 | 299.6817391 | 8392.646485 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 312.933263 | 325.7515004 | 4480.245298 | 329.5692308 | 360.0647632 | 341.2850393 | 364.476693 | 10426.76912 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 302.9186819 | 308.5144866 | 4344.163399 | 319.2085178 | 349.0332282 | 308.6220558 | 345.601559 | 9850.045354 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 69.14991588 | 169.5479414 | 3470.912135 | 161.294229 | 145.3821186 | 256.2037626 | 223.9715955 | 6094.043442 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 228.2310867 | 171.8698813 | 3484.412775 | 180.569853 | 193.3703092 | 125.5852549 | 228.2695589 | 6142.572292 |
| CIUDAD IXTEPEC | 249.4319851 | 249.2609157 | 4085.006379 | 266.3847116 | 283.250016 | 250.8995317 | 310.1054694 | 8740.541157 |
| VILLA DE ETLA | 175.9694357 | 109.155629 | 3023.096433 | 124.3924851 | 131.5079532 | 88.92781497 | 165.8562524 | 4176.766762 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 121.4002682 | 168.4971953 | 3720.18092 | 218.322085 | 205.5408228 | 252.5667788 | 259.6266025 | 7160.391578 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 208.6992362 | 249.9529434 | 4085.299209 | 263.5093816 | 277.4212853 | 251.6648483 | 305.9683773 | 8755.543894 |

Tabla A.8a. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | SANTOS REYES | SAN ILDEFONSO | SANTIAGO | TLACOTEPEC | SANTIAGO | VILLA TALEA | VILLA | SAN PABLO |
| | TEPEJILLO | VILLA ALTA | CHOAPAM | PLUMAS | CHAZUMBA | DE CASTRO | HIDALGO | VILLA DE MITLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 4193.724814 | 572.4872904 | 10118.75924 | 1890.583935 | 393.9935062 | 3360.515163 | 451.2334287 | 313.789768 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 3808.533712 | 490.2200805 | 8595.522705 | 1371.294743 | 310.0711297 | 2839.987738 | 211.3070417 | 91.99627696 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 5206.128413 | 685.8573584 | 9463.759423 | 3375.777694 | 598.854889 | 4033.96215 | 754.5659212 | 511.6936393 |
| LOMA BONITA | 4714.192649 | 612.649495 | 8224.770522 | 2581.49131 | 407.4741946 | 3416.845606 | 552.0485426 | 400.263413 |
| OAXACA DE JUAREZ | 3623.766543 | 506.1273098 | 8981.386746 | 1076.854925 | 273.9165046 | 2926.523149 | 247.1567831 | 151.5782865 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 3544.385504 | 740.8393001 | 12902.592 | 2078.543371 | 372.4830936 | 4373.045133 | 902.6786824 | 688.4942466 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 3154.458568 | 622.0006913 | 10918.88764 | 658.9545596 | 112.7429158 | 3614.700503 | 578.4110904 | 410.4438934 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 4503.121069 | 583.926872 | 8510.901684 | 2193.503895 | 369.740872 | 3241.453266 | 471.2084932 | 397.3913688 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 3320.419016 | 567.3266157 | 10002.89132 | 650.2708449 | 208.4435242 | 3299.712312 | 425.0056424 | 289.7077988 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 2889.976375 | 615.0486508 | 10810.60478 | 759.72797 | 209.1408186 | 3616.957867 | 561.0940371 | 395.7357198 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 5005.872969 | 657.5094876 | 10218.12097 | 3078.583718 | 558.9583542 | 3845.773451 | 675.5702966 | 448.0401245 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 2767.035517 | 656.5053634 | 11446.99692 | 1192.874157 | 213.4460024 | 3859.013241 | 673.2916985 | 495.1000373 |
| SALINA CRUZ | 4897.80409 | 643.0758703 | 10614.50842 | 2943.025567 | 541.7435301 | 3757.776479 | 634.2081661 | 406.2792584 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 5553.545765 | 732.6894536 | 11128.40947 | 3886.311241 | 674.8696455 | 4309.150428 | 888.2642528 | 623.9948363 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 5376.142462 | 704.7258961 | 9073.434881 | 3522.862201 | 561.0385712 | 3980.675285 | 808.3160021 | 513.5053685 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 4237.913748 | 651.5463681 | 11369.31474 | 2692.45253 | 502.908615 | 3830.283731 | 663.8061774 | 480.2843598 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 4194.29981 | 494.9135119 | 9594.606369 | 1916.906172 | 391.9731914 | 2530.173656 | 221.0940553 | 238.5385214 |
| CIUDAD IXTEPEC | 5018.825088 | 658.4071404 | 10117.36933 | 3106.758349 | 562.5511848 | 3853.123493 | 678.3879213 | 452.4135978 |
| VILLA DE ETLA | 3568.047318 | 515.095388 | 9126.338532 | 1001.912242 | 261.5099345 | 2981.331043 | 280.2824161 | 172.4614863 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 4602.885728 | 648.3935389 | 11177.16061 | 2662.346561 | 499.5209983 | 3881.853594 | 652.2934186 | 458.6132699 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 4978.154861 | 652.5221079 | 10883.90066 | 3047.65023 | 554.7526605 | 3819.147778 | 681.3705269 | 439.4126866 |

Tabla A.8b. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-----------------|---------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| | SANTIAGO | SANTIAGO | SAN SEBASTIAN | SAN BARTOLOME | SANTA CRUZ | VILLA DE | MARISCALA | CUILAPAM |
| | ZACATEPEC | TAMAZOLA | TECOMAXTLAHUACA | ZOOGOCHO | TACACHE DE MINA | ZAACHILA | DE JUAREZ | DE GUERRERO |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 10833.28808 | 373.4356979 | 1183.737646 | 1252.397173 | 562.0448229 | 151.7816584 | 296.7039026 | 361.1827025 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 9136.467685 | 316.1215058 | 918.3443275 | 551.0794799 | 457.1548495 | 107.8422984 | 244.4057186 | 207.7460605 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 11450.56611 | 533.4139803 | 1870.607728 | 2168.990635 | 875.5955594 | 433.08571 | 445.5884055 | 1083.353385 |
| LOMA BONITA | 10082.15974 | 443.2806241 | 1530.713356 | 1359.661699 | 706.0935691 | 340.404194 | 367.4115745 | 818.4120542 |
| OAXACA DE JUAREZ | 9626.266745 | 283.9463381 | 788.2443308 | 678.9082551 | 399.9430869 | 79.52102734 | 211.3868508 | 132.3828576 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 13728.01373 | 280.6996864 | 647.0578044 | 2616.860794 | 437.3449302 | 477.1349352 | 239.3571559 | 1185.578622 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 11627.82195 | 168.1281657 | 378.4813912 | 1651.593772 | 171.7133502 | 276.8648774 | 101.2696509 | 651.8430031 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 10430.97642 | 419.0382887 | 1390.241369 | 1130.035923 | 658.987264 | 291.8260558 | 343.9400524 | 688.9758228 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 10659.57337 | 236.4143351 | 583.6004878 | 1206.239743 | 305.2437534 | 183.6347559 | 166.2589047 | 413.825247 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 11536.32421 | 197.9863503 | 285.8759129 | 1576.374994 | 290.4521052 | 265.4721591 | 161.3591559 | 620.6558449 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 11882.18164 | 502.1424678 | 1725.980811 | 1925.893991 | 817.4834003 | 385.97554 | 416.5478779 | 956.7523754 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 12277.57206 | 161.6608366 | 139.4952493 | 1930.553955 | 217.804496 | 336.0082567 | 126.9517093 | 805.6483291 |
| SALINA CRUZ | 11636.4757 | 483.1886691 | 1659.818395 | 1819.915398 | 782.9834791 | 358.4508222 | 401.2911443 | 887.202577 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 13174.02522 | 586.2451409 | 2099.564287 | 2554.354171 | 983.4748939 | 515.5824825 | 497.2814755 | 1299.941314 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 11000.95923 | 559.1062312 | 1979.196967 | 2116.980296 | 929.7240393 | 479.1366263 | 475.65396 | 1185.978763 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 12193.90867 | 392.3562827 | 1154.912086 | 1889.155446 | 665.3249969 | 286.3047258 | 346.0007624 | 712.8269061 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 10289.06457 | 374.1902225 | 1177.021905 | 366.2951237 | 571.6588315 | 200.1427966 | 301.2143466 | 449.5408147 |
| CIUDAD IXTEPEC | 11943.77187 | 502.5980596 | 1734.241582 | 1949.757881 | 820.6870197 | 388.4378403 | 417.6546721 | 963.1863698 |
| VILLA DE ETLA | 9782.77641 | 275.4799594 | 749.3566539 | 752.1474783 | 380.1362423 | 98.14686593 | 207.3053501 | 170.3394585 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 12150.40943 | 446.4474625 | 1373.29356 | 1959.81184 | 726.6545887 | 292.4029611 | 372.1686796 | 732.015357 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 11802.18398 | 504.6319944 | 1705.649316 | 1899.149882 | 808.1533982 | 378.3428073 | 411.6632042 | 937.8838937 |

Tabla A.8c. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | ZAPOTITLAN | SANTIAGO | JUCHITAN DE | OCOTLAN | SANTA LUCIA | LOMA | OAXACA | SANTIAGO |
| | LAGUNAS | MATATLAN | ZARAGOZA | DE MOREOS | MIAHUATLAN | BONITA | DE JUAREZ | PINOTEPA NACIONAL |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 788.0796865 | 1071.803533 | 2012.090403 | 106.9892089 | 105.5867225 | 257.9659585 | 56.76811005 | 311.0028374 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 728.326646 | 380.6385409 | 1411.75755 | 89.0058869 | 98.68216675 | 195.323101 | 48.1266165 | 325.4727142 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 955.3457434 | 2085.750742 | 413.3097749 | 237.3276051 | 151.4421577 | 175.9248984 | 82.79095632 | 417.1309454 |
| LOMA BONITA | 862.6685417 | 2077.820845 | 1559.730886 | 213.937895 | 165.5399166 | 47.29819677 | 72.52225788 | 463.9048273 |
| OAXACA DE JUAREZ | 701.2402427 | 669.7944842 | 1627.994609 | 73.71558468 | 89.96302751 | 193.9937138 | 43.98138428 | 300.5769072 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 697.5040323 | 3086.301549 | 2597.056415 | 278.4015333 | 156.8464187 | 398.0122168 | 85.25576218 | 50.53068741 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 580.6924197 | 1904.117677 | 2542.372278 | 179.7042649 | 146.975979 | 290.247481 | 64.4555862 | 238.3089972 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 837.5369603 | 1841.6953 | 1687.562986 | 187.2181509 | 152.0816942 | 78.75395757 | 67.418743 | 424.7560193 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 652.0800998 | 1333.901301 | 2121.290602 | 128.6087668 | 120.5858904 | 240.2322742 | 55.10322704 | 254.7619766 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 613.3042681 | 1819.468194 | 2501.241364 | 172.9263439 | 143.4657498 | 283.8709219 | 63.12541235 | 184.5018065 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 922.7368722 | 1780.190045 | 86.64832839 | 211.1273649 | 136.3965572 | 214.0556247 | 77.92895793 | 385.4904211 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 566.4161209 | 2273.565001 | 2831.405577 | 210.8396213 | 165.0913433 | 309.5681165 | 70.46931563 | 163.3532658 |
| SALINA CRUZ | 904.3281832 | 1631.870661 | 369.2730338 | 195.6911801 | 129.229357 | 233.5311991 | 75.05173355 | 343.9917397 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 1010.609294 | 2600.523692 | 713.4076534 | 280.701186 | 174.594494 | 262.2028318 | 90.95912703 | 456.522929 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 979.6912151 | 2505.357439 | 718.1349413 | 270.2931438 | 169.0508341 | 151.4988149 | 85.98682592 | 455.3645781 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 811.73694 | 1829.455795 | 1780.907413 | 173.2818053 | 97.61680578 | 325.169494 | 70.8980933 | 164.4349069 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 765.1999141 | 1059.074298 | 1930.03536 | 138.5818001 | 125.4063376 | 192.2329734 | 58.00575881 | 385.9055093 |
| CIUDAD IXTEPEC | 923.8713734 | 1797.585859 | 228.9520562 | 211.9878809 | 137.9587807 | 210.271486 | 77.74089074 | 387.7941067 |
| VILLA DE ETLA | 692.5573 | 753.4460979 | 1698.353206 | 131.0485553 | 94.42756172 | 198.3087901 | 45.45659542 | 292.3256502 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 865.6806387 | 1714.163768 | 1375.669607 | 172.200959 | 94.43048571 | 323.1342216 | 70.20096669 | 222.7575238 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 917.95085 | 1805.203538 | 454.3415788 | 206.7593758 | 135.2116534 | 243.7793423 | 77.22287941 | 336.1300356 |

Tabla A.8d. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------------|-------------|----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | HEROICA CIUDAD DE | SAN JUAN | ASUNCION | HEROICA CIUDAD | SAN JUAN | JUCHITAN DE | SANTIAGO | SALINA |
| | HUAJUAPAN DE LEON | BAUTISTA TUXTEPEC | NOCHIXTLAN | DE TLAXIACO | JUQUILA MIXES | ZARAGOZA | JUXTLAHUACA | CRUZ |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 181.4359526 | 138.5799533 | 181.9230443 | 130.788565 | 196.7993504 | 435.5614041 | 195.0908511 | 249.4358779 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 148.8422426 | 109.313384 | 131.4607025 | 108.0630285 | 108.3829705 | 315.6191614 | 166.491975 | 183.6825577 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 286.0980533 | 119.7639862 | 318.9127624 | 197.2469745 | 261.1436101 | 117.605955 | 295.9042003 | 104.0323415 |
| LOMA BONITA | 238.2761385 | 61.62362796 | 252.5778466 | 166.2948694 | 189.5304927 | 345.1831836 | 241.6173983 | 231.5647007 |
| OAXACA DE JUAREZ | 130.5457882 | 107.585844 | 108.205628 | 96.03918199 | 131.4711515 | 358.8217909 | 148.8741262 | 205.1826851 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 172.8511965 | 209.3308881 | 231.6715164 | 103.8013511 | 356.3720746 | 552.4334608 | 119.1502151 | 293.9443041 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 48.22436675 | 155.9768682 | 118.3791817 | 80.09924067 | 243.8637325 | 541.5079584 | 95.60775332 | 311.2817485 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 215.7679191 | 45.38050117 | 225.289336 | 152.627274 | 205.9872963 | 370.7231296 | 231.115521 | 248.1052045 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 100.4266358 | 131.7562118 | 47.41908276 | 76.32013612 | 191.8831951 | 457.3788287 | 120.7989923 | 260.4921515 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 100.673437 | 153.661242 | 110.8111641 | 46.00885033 | 236.5649107 | 532.8965879 | 75.96565261 | 303.9024597 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 265.691658 | 138.9632337 | 292.3407995 | 184.8754967 | 257.341049 | 50.87174518 | 277.2400012 | 78.22292967 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 98.05815205 | 173.4364977 | 151.5891593 | 64.81745647 | 276.2721718 | 599.2547598 | 48.76475429 | 340.9111286 |
| SALINA CRUZ | 256.6338228 | 150.1386683 | 276.3925189 | 177.6950425 | 242.3876225 | 107.3381551 | 266.5810646 | 46.41507161 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 320.988812 | 164.4666771 | 364.5309559 | 219.9740924 | 329.6245057 | 176.0938093 | 327.912195 | 147.1631987 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 302.4065687 | 106.4407461 | 340.2120329 | 207.2837432 | 236.2329327 | 177.0382878 | 309.9343252 | 136.2858563 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 237.4275433 | 175.5791241 | 254.8505563 | 149.6594414 | 271.7686877 | 389.3726836 | 185.3658812 | 203.201059 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 185.834791 | 106.7374519 | 183.0372455 | 132.461778 | 169.7521876 | 419.1673889 | 201.7556402 | 239.9135268 |
| CIUDAD IXTEPEC | 267.8417047 | 137.4996702 | 293.147227 | 185.5054574 | 258.4674163 | 79.30301985 | 278.0165892 | 79.22034639 |
| VILLA DE ETLA | 124.4002465 | 109.8415971 | 98.70882058 | 92.52560995 | 142.6561354 | 372.8789391 | 143.4461862 | 215.3674874 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 237.4576806 | 174.1882236 | 253.8089886 | 165.6769422 | 261.0355642 | 308.4090466 | 216.9805357 | 158.4567286 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 268.2750918 | 154.642892 | 294.2550948 | 182.9597679 | 253.0757604 | 124.3342466 | 278.4878688 | 59.28440564 |

Tabla A.8e. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
| | SAN PEDRO TAPANATEPEC | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | SAN PEDRO MIXTEPEC | COSOLAPA | IXTLAN DE JUAREZ | CIUDAD IXTEPEC | VILLA DE ETLA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 497.9468563 | 246.3966432 | 153.0220719 | 184.5432343 | 205.6490592 | 211.0540016 | 71.60224747 | 401.6070302 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 401.3805101 | 190.8965365 | 192.4267734 | 150.45566 | 119.017706 | 161.5478534 | 55.35407458 | 309.4925773 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 190.3169804 | 71.22705804 | 248.265788 | 161.8356587 | 324.7405972 | 72.66006072 | 118.168515 | 340.549076 |
| LOMA BONITA | 394.5495743 | 123.8742425 | 305.3620352 | 92.75062952 | 220.568976 | 170.0339658 | 98.16594685 | 158.4885274 |
| OAXACA DE JUAREZ | 436.6282388 | 206.4867849 | 176.4134113 | 140.7080591 | 135.3463331 | 177.9810286 | 47.10746417 | 304.2383598 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 599.8390808 | 300.8339848 | 137.8655375 | 227.8810014 | 383.8781306 | 262.855291 | 117.4364014 | 561.3055461 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 606.5461798 | 287.1227111 | 272.0843455 | 142.6802569 | 256.8062163 | 258.788429 | 79.07350743 | 334.0148459 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 419.4491222 | 134.2625836 | 281.5784488 | 81.28337165 | 190.0211967 | 181.6554464 | 88.84696459 | 128.9739117 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 526.5717932 | 250.4518059 | 228.8378646 | 150.709118 | 200.2170765 | 221.3652237 | 61.57873756 | 357.3766652 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 596.1869342 | 281.3970998 | 236.955723 | 164.5251559 | 249.9272836 | 253.9737547 | 76.97633528 | 390.419802 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 166.4294079 | 99.67902559 | 225.8100921 | 182.4583196 | 295.1352478 | 59.3540405 | 109.3579064 | 397.1301129 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 655.580834 | 309.4939741 | 220.2421179 | 173.7998964 | 294.4133673 | 282.1711158 | 90.24575249 | 416.9577537 |
| SALINA CRUZ | 214.5823688 | 113.6649799 | 194.3021744 | 194.9148724 | 278.7037074 | 72.08121153 | 104.9049162 | 427.361759 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 53.99476685 | 135.4329365 | 289.6052949 | 210.6144178 | 376.1398837 | 108.2750479 | 134.0535325 | 471.2343526 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 243.8854845 | 46.80861924 | 280.2301692 | 147.4436156 | 317.3005725 | 98.64498765 | 125.2744477 | 303.4780887 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 467.3143912 | 232.2075596 | 48.55179615 | 222.5517093 | 288.6394354 | 192.2778718 | 96.63265637 | 503.1099329 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 494.4134981 | 215.1574236 | 236.2802856 | 147.3103446 | 51.02292355 | 205.4617983 | 72.88005902 | 302.9424078 |
| CIUDAD IXTEPEC | 182.3914184 | 97.2821581 | 226.4515127 | 181.2766398 | 296.6634649 | 47.21378959 | 109.7918712 | 392.5530586 |
| VILLA DE ETLA | 453.0522327 | 214.814386 | 184.1359446 | 150.7780466 | 144.5843604 | 185.6306575 | 44.40825225 | 312.0654148 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 395.4054268 | 197.2676698 | 99.92124434 | 227.087025 | 286.316165 | 158.3954607 | 96.1550804 | 519.7262083 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 239.8904124 | 124.1011477 | 180.9745487 | 203.4246134 | 297.413171 | 84.41894189 | 110.0961073 | 451.06216 |

Tabla A.8f. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | SAN JUAN BAUTISTA | SAN PABLO | TEZOATLAN DE | SANTO DOMINGO | SAN FRANCISCO | SAN JUAN | SANTO TOMAS | SAN PEDRO |
| | COIXTLAHUACA | HUITZO | SEGURA Y LUNA | TONALA | TELIXTLAHUACA | TEPOSOLULA | TAMAZULAPAN | POCHUTLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 366.0161925 | 119.4430136 | 267.8847043 | 127.1167787 | 133.2409149 | 105.9860502 | 82.16722055 | 177.570201 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 256.0625538 | 81.3143864 | 210.6273165 | 106.4138072 | 92.44726138 | 83.97276145 | 76.48085019 | 164.6269779 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 644.0621001 | 217.6729792 | 419.6044397 | 179.9919305 | 250.0329029 | 163.2724948 | 109.5962289 | 179.1694359 |
| LOMA BONITA | 509.9641695 | 168.8318599 | 346.7094994 | 154.51972 | 194.0360933 | 135.7943103 | 119.7822224 | 259.7796407 |
| OAXACA DE JUAREZ | 206.5966123 | 65.05650498 | 184.7256594 | 97.17409583 | 73.12618497 | 73.2533545 | 70.05176638 | 150.5385056 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 429.5550078 | 200.0648365 | 265.5402461 | 102.6396909 | 228.5046165 | 113.2189795 | 113.297165 | 159.3321204 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 164.4164375 | 117.4497902 | 85.45611311 | 57.68592062 | 130.8448459 | 64.6884824 | 107.8005973 | 233.5030524 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 452.7582973 | 148.5761576 | 315.5471317 | 143.0699517 | 169.7041296 | 123.9786419 | 110.2300055 | 239.3422666 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 123.3293252 | 79.21567243 | 138.5339279 | 81.44609937 | 88.79352122 | 56.30581161 | 90.31819931 | 196.4796775 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 185.3345441 | 112.4556191 | 137.0227051 | 75.83098159 | 126.246275 | 61.68905258 | 105.4381513 | 228.4343518 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 590.512341 | 196.6650136 | 390.6914265 | 169.6330409 | 226.2991488 | 151.8399137 | 100.8460886 | 159.1778666 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 266.6873597 | 141.2794335 | 151.6099097 | 63.30359711 | 161.4452045 | 78.63586613 | 118.6131496 | 223.3294217 |
| SALINA CRUZ | 562.1021764 | 187.7020502 | 371.8437079 | 163.8740494 | 214.0624336 | 145.795608 | 96.27166693 | 133.4503984 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 741.7024455 | 250.6750951 | 472.8682619 | 197.8403979 | 288.9955928 | 183.1156261 | 125.2062683 | 213.014618 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 690.6157539 | 232.8425052 | 445.4312416 | 188.5385298 | 268.7407655 | 172.9566749 | 121.6717346 | 203.7155084 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 512.1424228 | 170.9307095 | 348.7164214 | 140.3414521 | 196.8426519 | 136.1649847 | 76.24075771 | 89.22245391 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 365.3845582 | 118.8373795 | 267.0320169 | 126.8376454 | 135.5595661 | 106.0065342 | 93.2976786 | 201.9360629 |
| CIUDAD IXTEPEC | 592.6822256 | 198.3374362 | 391.6509008 | 170.204393 | 228.2080096 | 152.588099 | 101.3881815 | 160.4236081 |
| VILLA DE ETLA | 190.9967986 | 57.18326254 | 173.2812188 | 94.11299322 | 63.3255052 | 70.14019324 | 73.70204244 | 158.7447965 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 536.7686366 | 168.4066145 | 357.4468834 | 153.6651046 | 193.5447238 | 140.8970397 | 69.62257394 | 46.18139467 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 594.6989729 | 193.9757246 | 385.649752 | 170.4431656 | 229.1663899 | 153.108949 | 99.54360563 | 126.8246647 |

Tabla A.8g. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | |
|-----------------------------|---|--------------|-------------|-------------|
| | SANTO DOMINGO | EL BARRIO DE | PUTLA VILLA | SAN AGUSTIN |
| | TEHUANTEPEC | LA SOLEDAD | GUERRERO | ETLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 186.4986103 | 424.6890359 | 175.0919266 | 92.68102645 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 145.7598762 | 318.8894416 | 144.501482 | 66.68593366 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 94.84997145 | 50.09240887 | 252.8400792 | 161.4992202 |
| LOMA BONITA | 174.6774085 | 248.3463059 | 214.7111253 | 130.2101429 |
| OAXACA DE JUAREZ | 157.9110776 | 357.5456202 | 129.7443731 | 54.13393402 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 204.6612481 | 529.4870656 | 92.44905259 | 159.2439007 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 230.1722598 | 518.7770309 | 98.34169295 | 100.6839523 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 184.564948 | 272.1152629 | 199.0270944 | 116.2675715 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 198.0007784 | 443.6145682 | 105.9879838 | 75.02204486 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 222.3538296 | 508.5523586 | 68.17517686 | 97.9922316 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 73.35575797 | 107.088698 | 237.9820507 | 147.7687336 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 250.529872 | 566.8967471 | 56.87024667 | 118.3276947 |
| SALINA CRUZ | 54.59111025 | 139.4182417 | 229.0485525 | 140.9940295 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 122.875189 | 182.6840043 | 280.7853892 | 185.0075742 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 114.4998196 | 100.9807266 | 266.5416761 | 172.4771851 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 139.8701856 | 383.1585195 | 148.9073788 | 128.7017935 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 183.931136 | 410.7361194 | 174.1554923 | 92.4366476 |
| CIUDAD IXTEPEC | 78.42290887 | 102.135306 | 238.4001516 | 148.4563424 |
| VILLA DE ETLA | 166.8536766 | 369.4519039 | 125.2207062 | 49.52824594 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 114.2600274 | 314.7939637 | 175.7880432 | 127.4273802 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 46.12154997 | 164.8818525 | 230.2619174 | 148.6819221 |

Tabla A.8h. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Cutiérrez Puebla, Javier (1994). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Síntesis, Madrid.
- [2] Lantada Zarzosa, Nieves (2004). *Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con ArcView*. Editorial Alfaomega, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
- [3] Salkin, H. M. (1974). *Integer Programming*. Editorial Addison-Wesley.
- [4] Ahuja, Ravindra K., Magnanti, Thomas L. y Orlin James B. (1993). *Network flows: Theory, algorithms, and applications*. Editorial Pentice Hall. Englewood cliffs, New Jersey.
- [5] Bazaraa, Mokhtar S. (1979). *Non linear programming: Theory and algorithms*. Editorial John Wiley and Sons, Inc., New York.
- [6] Daellenbach, Hans G. y George, John A. (1978). *Introduction to operations research techniques*. Editorial Allyn and Bacon, Boston.
- [7] Puerto Albandoz, Justo, Muñoz Márquez, Manuel, Conde Sánchez, Eduardo y Carrizosa Priego, Emilio (1996). *Lecturas en teoría de localización*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Sevilla, Salamanca.
- [8] Hansen, Pierre... [et al.] (2001). *Systems of cities and facility location*. Editorial Routledge, London.
- [9] Peña Llopis, Juan (2006). *Sistemas de Información Geográfica aplicado a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9*. Club Universitario, San Vicente, Alicante.
- [10] Aceves García, Ricardo (1996). *Un algoritmo para resolver el problema de localización de servicios con restricciones de demanda y adicionales*. Tesis de doctorado en ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México.
- [11] Resendiz López, Héctor Daniel (2007). *Propuesta metodológica y aplicación del modelo gravitacional en los sistemas de información geográfica*. México. 2007. Tesis maestría en ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México.
- [12] Elizondo Cortés, Mayra (2005). *Una estrategia para resolver el problema de*

- inventario distribución. Tesis de doctorado en ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México.
- [13] RESENDIZ, Héctor (2007). Curso 2007 de Arcview. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria.
- [14] Aceves García, Ricardo. Apuntes del Localización. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria.
- [15] Taha, Hamdy A. (2004). Investigación de Operaciones. Editorial Prentice Hall, México. Séptima Edición.
- [16] Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald J. (2006). Introducción a la Investigación de Operaciones. Editorial McGraw Hill Interamericana, México. Octava Edición.
- [17] Flores de la Mota, Idalia (1999). Apuntes de teoría de redes. Universidad Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado, México.
- [18] Ramírez Rodríguez, Javier, López Bracho, Rafael y Gutiérrez Andrade, Miguel Angel. Complejidad computacional de algoritmos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Sistemas, México.
- [19] Prawda Witenberg, Juan (2000). Métodos y modelos de Investigación de Operaciones I: Modelos Determinísticos. Editorial Limusa, México.
- [20] <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>
- [21] <http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>
- [22] <http://es.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>
- [23] <http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/GISHydro/africa/ex1af/ex1afs.htm>
- [24] www.lindo.com/products/lingo/lingom.html
- [25] <http://maps.google.com>
- [26] <http://www.maplibrary.com>
- [27] <http://www.ESRI.com>

[28] <http://www.eumed.net/tesis/2007/fjcv/teorias%20de%20localizacion.html>

[29] <http://www.eumed.net/tesis/2007/fjcv/teorias%20de%20localizacion.html>

| Información de GIROS | Nombre del Municipio | Nombre de la Localidad |
|----------------------|---|---|
| SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA |
| EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO |
| TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO |
| ZIMATLAN | ZIMATLAN DE ALVAREZ | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA |
| TLACOLULA | TLACOLULA DE MATAMOROS | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| SILACAYOPAM | SILACAYOAPAM | SILACAYOAPAM |
| CALIHUALA | CALIHUALA | CALIHUALA |
| TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA |
| CHOAPAN | SANTIAGO CHOAPAN | SANTIAGO CHOAPAN |
| TLACOTEPEC | TLACOTEPEC PLUMAS | TLACOTEPEC PLUMAS |
| SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA |
| TALEA | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA TALEA DE CASTRO |
| VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO |
| MITLA | SAN PABLO VILLA DE MITLA | SAN PABLO VILLA DE MITLA |
| ZACATEPEC MIXES | SANTIAGO ZACATEPEC | SANTIAGO ZACATEPEC |
| SANTIAGO TAMAZOLA | SANTIAGO TAMAZOLA | SANTIAGO TAMAZOLA |
| TECOMAXTLAHUACA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA |
| ZOOGOCHO | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO |
| TACACHE DE MINA | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA |
| VILLA DE ZAACHILA | VILLA DE ZAACHILA | VILLA DE ZAACHILA |
| MARISCALA | MARISCALA DE JUAREZ | MARISCALA DE JUAREZ |
| CUILAPAN | CUILAPAM DE GUERRERO | CUILAPAM DE GUERRERO |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | ZAPOTITLAN LAGUNAS | ZAPOTITLAN LAGUNAS |
| SANTIAGO MATATLAN | SANTIAGO MATATLAN | SANTIAGO MATATLAN |
| COL. SANTA ROSA | JUCHITAN DE ZARAGOZA | COLONIA SANTA ROSITA |
| OCOTLAN | OCOTLAN DE MOREOS | OCOTLAN DE MOREOS |
| MIAHUATLAN | SANTA LUCIA MIAHUATLAN | SANTA LUCIA MIAHUATLAN |
| LOMA BONITA | LOMA BONITA | LOMA BONITA |
| OAXACA | OAXACA DE JUAREZ | OAXACA DE JUAREZ |
| PINOTEPA NACIONAL | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON |
| HUAJUAPAN | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC |
| TUXTEPEC | ASUNCION NOCHIXTLAN | ASUNCION NOCHIXTLAN |
| NOCHIXTLAN | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO |
| TLAXIACO | SAN JUAN JUQUILA MIXES | SAN JUAN JUQUILA MIXES |
| JUQUILA | JUCHITAN DE ZARAGOZA | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| JUCHITAN | SANTIAGO JUXTLAHUACA | SANTIAGO JUXTLAHUACA |
| JUXTLAHUACA | SALINA CRUZ | SALINA CRUZ |
| SALINA CRUZ | SAN PEDRO TAPANATEPEC | SAN PEDRO TAPANATEPEC |
| TAPANATEPEC | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | MATIAS ROMERO AVENDAÑO |
| CD MATIAS ROMERO | SAN PEDRO MIXTEPEC | PUERTO ESCONDIDO |
| PUERTO ESCONDIDO | COSOLAPA | COSOLAPA |
| COSOLAPA | IXTLAN DE JUAREZ | IXTLAN DE JUAREZ |
| IXTLAN | | |

Tabla A.1a. Tabla de ajuste de nombres de localidades en las que se encuentran las oficinas de GIROS

| Información de GIROS | Nombre del Municipio | Nombre de la Localidad |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| CD IXTEPEC | CIUDAD IXTEPEC | CIUDAD IXTEPEC |
| ETLA | VILLA DE ETLA | VILLA DE ETLA |
| ACATLAN | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| COIXTLAHUACA | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA |
| SAN PABLO HUITZO | SAN PABLO HUITZO | SAN PABLO HUITZO |
| TEZOATLAN | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA |
| TONALA | SANTO DOMINGO TONALA | SANTO DOMINGO TONALA |
| TELIXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA |
| TEPOSCOLULA | SAN JUAN TEPOSCOLULA | SAN JUAN TEPOSCOLULA |
| TAMAZULAPAN | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN |
| POCHUTLA | SAN PEDRO POUCHUTLA | SAN PEDRO POUCHUTLA |
| TEHUANTEPEC | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC |
| ESTACION LAGUNAS | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | LAGUNAS |
| PUTLA DE GUERRERO | PUTLA VILLA GUERRERO | PUTLA VILLA GUERRERO |
| COL. REFORMA | SAN AGUSTIN ETLA | COLONIA REFORMA |

Tabla A.1b. Tabla de ajuste de nombres de localidades en las que se encuentran las oficinas de GIROS

| NOM ENT | CLAVE | NOM MUN | NOM LOC | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD |
|---------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|----------|---------|
| Oaxaca | 20526 | SANTOS REYES NOPALA | SANTOS REYES NOPALA | 160622 | 970839 | 478 |
| Oaxaca | 20028 | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 163347 | 964357 | 1460 |
| Oaxaca | 20152 | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 172900 | 981605 | 1380 |
| Oaxaca | 20570 | ZIMATLAN DE ALVAREZ | ZIMATLAN DE ALVAREZ | 165158 | 964706 | 1500 |
| Oaxaca | 20277 | VILLA SOLA DE VEGA | VILLA SOLA DE VEGA | 163050 | 965840 | 1400 |
| Oaxaca | 20551 | TLACOLULA DE MATAMOROS | TLACOLULA DE MATAMOROS | 165715 | 962845 | 1600 |
| Oaxaca | 20537 | SILACAYOAPAM | SILACAYOAPAM | 173008 | 980838 | 1640 |
| Oaxaca | 20011 | CALIHUALA | CALIHUALA | 173150 | 981642 | 1320 |
| Oaxaca | 20528 | SANTOS REYES TEPEJILLO | SANTOS REYES TEPEJILLO | 172615 | 975618 | 1940 |
| Oaxaca | 20156 | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 172015 | 960905 | 1230 |
| Oaxaca | 20460 | SANTIAGO CHOAPAM | SANTIAGO CHOAPAM | 172140 | 955520 | 900 |
| Oaxaca | 20552 | TLACOTEPEC PLUMAS | TLACOTEPEC PLUMAS | 175103 | 972600 | 2120 |
| Oaxaca | 20459 | SANTIAGO CHAZUMBA | SANTIAGO CHAZUMBA | 181120 | 974050 | 1700 |
| Oaxaca | 20280 | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA TALEA DE CASTRO | 172142 | 961454 | 1600 |
| Oaxaca | 20038 | VILLA HIDALGO | VILLA HIDALGO | 171105 | 961040 | 1240 |
| Oaxaca | 20298 | SAN PABLO VILLA DE MITLA | SAN PABLO VILLA DE MITLA | 165515 | 962142 | 1680 |
| Oaxaca | 20502 | SANTIAGO ZACATEPEC | SANTIAGO ZACATEPEC | 170932 | 955448 | 1400 |
| Oaxaca | 20484 | SANTIAGO TAMAZOLA | SANTIAGO TAMAZOLA | 174010 | 981318 | 1760 |
| Oaxaca | 20348 | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | 172043 | 980151 | 1680 |
| Oaxaca | 20120 | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | 171415 | 961436 | 1520 |
| Oaxaca | 20381 | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | 174938 | 980858 | 1080 |
| Oaxaca | 20565 | VILLA DE ZAACHILA | VILLA DE ZAACHILA | 165703 | 964457 | 1520 |
| Oaxaca | 20055 | MARISCALA DE JUAREZ | MARISCALA DE JUAREZ | 175135 | 980827 | 1080 |
| Oaxaca | 20023 | CUILAPAM DE GUERRERO | CUILAPAM DE GUERRERO | 165950 | 964654 | 1560 |
| Oaxaca | 20567 | ZAPOTITLAN LAGUNAS | ZAPOTITLAN LAGUNAS | 174517 | 982323 | 1540 |
| Oaxaca | 20475 | SANTIAGO MATATLAN | SANTIAGO MATATLAN | 165153 | 962301 | 1720 |
| Oaxaca | 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | COLONIA SANTA ROSITA | 161806 | 950604 | 20 |
| Oaxaca | 20068 | OCOTLAN DE MOREOS | OCOTLAN DE MOREOS | 164729 | 964030 | 1500 |
| Oaxaca | 20391 | SANTA LUCIA MIAHUATLAN | SANTA LUCIA MIAHUATLAN | 161107 | 963705 | 2010 |
| Oaxaca | 20044 | LOMA BONITA | LOMA BONITA | 180625 | 955250 | 25 |
| Oaxaca | 20067 | OAXACA DE JUAREZ | OAXACA DE JUAREZ | 170404 | 964312 | 1555 |
| Oaxaca | 20482 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 162017 | 980301 | 205 |
| Oaxaca | 20039 | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 174814 | 974633 | 1600 |
| Oaxaca | 20184 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 180510 | 960726 | 20 |
| Oaxaca | 20006 | ASUNCION NOCHIXTLAN | ASUNCION NOCHIXTLAN | 172726 | 971330 | 2080 |
| Oaxaca | 20397 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 171610 | 974045 | 2040 |
| Oaxaca | 20200 | SAN JUAN JUQUILA MIXES | SAN JUAN JUQUILA MIXES | 165605 | 955502 | 1480 |
| Oaxaca | 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | JUCHITAN DE ZARAGOZA | 162600 | 950110 | 30 |
| Oaxaca | 20469 | SANTIAGO JUXTLAHUACA | SANTIAGO JUXTLAHUACA | 172020 | 980040 | 1680 |
| Oaxaca | 20079 | SALINA CRUZ | SALINA CRUZ | 161057 | 951145 | 22 |
| Oaxaca | 20327 | SAN PEDRO TAPANATEPEC | SAN PEDRO TAPANATEPEC | 162158 | 941136 | 46 |

Tabla A.2a. Tabla de las oficinas de GIROS con información de INEGI

| NOM ENT | CLAVE | NOM MUN | NOM LOC | LATITUD | LONGITUD | ALTITUD |
|---------|-------|--------------------------------|--------------------------------|---------|----------|---------|
| Oaxaca | 20057 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 165220 | 950230 | 180 |
| Oaxaca | 20318 | SAN PEDRO MIXTEPEC | PUERTO ESCONDIDO | 155143 | 970418 | 60 |
| Oaxaca | 20021 | COSOLAPA | COSOLAPA | 183607 | 964058 | 200 |
| Oaxaca | 20042 | IXTLAN DE JUAREZ | IXTLAN DE JUAREZ | 171950 | 962914 | 2030 |
| Oaxaca | 20014 | CIUDAD IXTEPEC | CIUDAD IXTEPEC | 163346 | 950600 | 160 |
| Oaxaca | 20338 | VILLA DE ETLA | VILLA DE ETLA | 171227 | 964800 | 1660 |
| Oaxaca | 20002 | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | 183220 | 963620 | 115 |
| Oaxaca | 20176 | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | 174325 | 971925 | 2100 |
| Oaxaca | 20294 | SAN PABLO HUITZO | SAN PABLO HUITZO | 171635 | 965257 | 1700 |
| Oaxaca | 20549 | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | 173908 | 974840 | 1560 |
| Oaxaca | 20520 | SANTO DOMINGO TONALA | SANTO DOMINGO TONALA | 174030 | 975745 | 1390 |
| Oaxaca | 20150 | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | 171740 | 965415 | 1700 |
| Oaxaca | 20221 | SAN JUAN TEPOSCOLULA | SAN JUAN TEPOSCOLULA | 173302 | 972530 | 2320 |
| Oaxaca | 20533 | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | 161619 | 963506 | 1700 |
| Oaxaca | 20324 | SAN PEDRO POCHUTLA | SAN PEDRO POCHUTLA | 154440 | 962755 | 150 |
| Oaxaca | 20515 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 161928 | 951420 | 55 |
| Oaxaca | 20010 | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | LAGUNAS | 164804 | 950420 | 260 |
| Oaxaca | 20073 | PUTLA VILLA GUERRERO | PUTLA VILLA GUERRERO | 170133 | 975545 | 720 |
| Oaxaca | 20084 | SAN AGUSTIN ETLA | COLONIA REFORMA | 171124 | 964520 | 1820 |

Tabla A.2b. Tabla de las oficinas de GIROS con información de INEGI

| Clave | NOMBRE LOCALIDAD | Sucursales Banco 1 | Sucursales Banco 2 | Sucursales Banco 3 | Sucursales Banco 4 | Sucursales Banco 5 |
|-------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 20006 | ASUNCION NOCHIXTLAN | 1 | 1 | | | |
| 20010 | LAGUNAS | 1 | | | | |
| 20014 | CIUDAD IXTEPEC | 1 | 1 | | | |
| 20039 | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 20042 | IXTLAN DE JUAREZ | | | | 1 | |
| 20043 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20044 | LOMA BONITA | 1 | | 1 | | |
| 20057 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 1 | | | 1 | |
| 20067 | OAXACA DE JUAREZ | 8 | 6 | 4 | 6 | 5 |
| 20079 | SALIÑA CRUZ | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20184 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 20318 | PUERTO ESCONDIDO | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20324 | SAN PEDRO POCHUTLA | 1 | 1 | 1 | | |
| 20327 | SAN PEDRO TAPANATEPEC | 1 | | | | |
| 20338 | VILLA DE ETLA | 1 | | | | |
| 20397 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 1 | 1 | | 1 | |
| 20469 | SANTIAGO JUXTLAHUACA | 1 | | 1 | | |
| 20482 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | | 1 | 1 | | 1 |
| 20515 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 20551 | TLACOLULA DE MATAMOROS | 1 | | | | |
| 20570 | ZIMATLAN DE ALVAREZ | 1 | | | | |

Tabla A.3. Tabla de las oficinas de GIROS con entidad bancaria con información de INEGI

| Municipio | Servicios financieros | Servicio normal |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| | en \$ | en \$ |
| SANTOS REYES NOPALA | 156458 | 105890 |
| HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 57369 | 160290 |
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 31292 | 10518 |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 3707 | 234621 |
| VILLA SOLA DE VEGA | 108189 | 112665 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 9072 | 187469 |
| SILACAYOAPAM | 261964 | 48706 |
| CALIHUALA | 1250 | 8959 |
| SANTOS REYES TEPEJILLO | 5131 | 26182 |
| SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 150092 | 71393 |
| SANTIAGO CHOAPAM | 1500 | 11944 |
| TLACOTEPEC PLUMAS | 8999 | 12009 |
| SANTIAGO CHAZUMBA | 100782 | 43923 |
| VILLA TALEA DE CASTRO | 8352 | 24420 |
| VILLA HIDALGO | 22941 | 47106 |
| SAN PABLO VILLA DE MITLA | 25817 | 69311 |
| SANTIAGO ZACATEPEC | 4400 | 8534 |
| SANTIAGO TAMAZOLA | 197622 | 38853 |
| SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | 6799 | 40746 |
| SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | 9407 | 17621 |
| SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | 53797 | 47034 |
| VILLA DE ZAACHILA | 56442 | 75810 |
| MARISCALA DE JUAREZ | 147836 | 56800 |
| CUILAPAM DE GUERRERO | 12496 | 38858 |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | 144046 | 48056 |
| SANTIAGO MATATLAN | 857 | 16703 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 0 | 28867 |
| OCOTLAN DE MOREOS | 28429 | 241835 |
| SANTA LUCIA MIAHUATLAN | 4232 | 471264 |
| LOMA BONITA | 63904 | 177847 |
| OAXACA DE JUAREZ | 18440 | 1298999 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 47684 | 163483 |
| HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 7169 | 300409 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 63046 | 420151 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 74046 | 166646 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 102058 | 409521 |
| SAN JUAN JUQUILA MIXES | 49122 | 165863 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 33454 | 104572 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 21838 | 280001 |
| SALINA CRUZ | 8684 | 241088 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 13619 | 140890 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 38954 | 370134 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 55700 | 210107 |
| COSOLAPA | 183799 | 303567 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 44908 | 161239 |
| CIUDAD IXTEPEC | 17989 | 304780 |
| VILLA DE ETLA | 477271 | 120877 |
| ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | 41749 | 136436 |
| SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | 71274 | 34882 |
| SAN PABLO HUITZO | 277127 | 37020 |
| TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | 184403 | 40251 |
| SANTO DOMINGO TONALA | 422986 | 81389 |
| SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | 247347 | 34412 |
| SAN JUAN TEPOSCOLULA | 433418 | 57935 |
| SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | 614624 | 98009 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 18799 | 276895 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 35694 | 344276 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 73247 | 104653 |
| PUTLA VILLA GUERRERO | 19414 | 370564 |
| SAN AGUSTIN ETLA | 10091 | 460500 |

Tabla A.4. Información proporcionada por GIROS de cantidad de dinero utilizada para servicio financiero y servicio normal

| Oficina | Demanda semanal en U.E. |
|--|-------------------------------|
| SANTOS REYES NOPALA | 26.44136 |
| HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO | 22.35806 |
| SAN FRANCISCO TLALPANCINGO | 4.257844 |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 24.54361 |
| VILLA SOLA DE VEGA | 22.6974 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 18.4571 |
| SILACAYOAPAM | 31.2948 |
| CALIHUALA | 0.9904 |
| SANTOS REYES TEPEJILLO | 3.1196 |
| SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | 22.3934 |
| SANTIAGO CHOAPAM | 1.3378 |
| TLACOTEPEC PLUMAS | 2.1524 |
| SANTIAGO CHAZUMBA | 14.9516 |
| VILLA TALEA DE CASTRO | 3.6841 |
| VILLA HIDALGO | 8.0016 |
| SAN PABLO VILLA DE MITLA | 9.7858 |
| SANTIAGO ZACATEPEC | 1.2651 |
| SANTIAGO TAMAZOLA | 19.9244 |
| SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | 4.5961 |
| SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | 2.7108 |
| SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | 10.2732 |
| VILLA DE ZAACHILA | 13.1629 |
| MARISCALA DE JUAREZ | 21.0563 |
| CUILAPAM DE GUERRERO | 4.986 |
| ZAPOTITLAN LAGUNAS | 19.4938 |
| SANTIAGO MATATLAN | 2.0792 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA (col.Sta. Rosita) | 2.7977 |
| OCOTLAN DE MOREOS | 24.531 |
| SANTA LUCIA MIAHUATLAN | 44.7538 |
| LOMA BONITA | 24.714 |
| OAXACA DE JUAREZ | 127.026 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 20.9678 |
| HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | 31.5927 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 47.8601 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 23.24138 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 48.6063 |
| SAN JUAN JUQUILA MIXES | 23.59652 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 14.003 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 33.6098 |
| SALINA CRUZ | 24.85861 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 15.59559 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 33.41586 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 26.7408 |
| COSOLAPA | 43.59732 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 21.12652 |
| CIUDAD IXTEPEC | 32.79365 |
| VILLA DE ETLA | 69.42403 |
| ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | 16.41977 |
| SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA | 11.26733 |
| SAN PABLO HUITZO | 32.13463 |
| TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA | 20.70987 |
| SANTO DOMINGO TONALA | 59.71739 |
| SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | 27.59554 |
| SAN JUAN TEPOSCOLULA | 54.82939 |
| SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | 70.19199 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 31.91511 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 37.77218 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 16.03439 |
| PUTLA VILLA GUERRERO | 39.86381 |
| SAN AGUSTIN ETLA | 45.93717 |

Tabla A.5. Demanda de cada oficina de GIROS en unidades de envío (U.E.).

| Código | Oficina |
|--------|---------------------------------|
| 01 | SANTOS REYES NOPALA |
| 02 | HEROICA CD. DE EJUTLA DE CRESPO |
| 03 | SAN FRANCISCO TLALPANCINGO |
| 04 | ZIMATLAN DE ALVAREZ |
| 05 | VILLA SOLA DE VEGA |
| 06 | TLACOLULA DE MATAMOROS |
| 07 | SILACAYOAPAM |
| 08 | CALIHUALA |
| 09 | SANTOS REYES TEPEJILLO |
| 10 | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA |
| 11 | SANTIAGO CHOAPAM |
| 12 | TLACOTEPEC PLUMAS |
| 13 | SANTIAGO CHAZUMBA |
| 14 | VILLA TALEA DE CASTRO |
| 15 | VILLA HIDALGO |
| 16 | SAN PABLO VILLA DE MITLA |
| 17 | SANTIAGO ZACATEPEC |
| 18 | SANTIAGO TAMAZOLA |
| 19 | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA |
| 20 | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO |
| 21 | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA |
| 22 | VILLA DE ZAACHILA |
| 23 | MARISCALA DE JUAREZ |
| 24 | CUILAPAM DE GUERRERO |
| 25 | ZAPOTITLAN LAGUNAS |
| 26 | SANTIAGO MATATLAN |
| 27 | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| 28 | OCOTLAN DE MOREOS |
| 29 | SANTA LUCIA MIAHUATLAN |
| 30 | LOMA BONITA |

| Código | Oficina |
|--------|----------------------------------|
| 31 | OAXACA DE JUAREZ |
| 32 | SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL |
| 33 | HEROICA CD. DE HUAJUAPAN DE LEON |
| 34 | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC |
| 35 | ASUNCION NOCHIXTLAN |
| 36 | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO |
| 37 | SAN JUAN JUQUILA MIXES |
| 38 | JUCHITAN DE ZARAGOZA |
| 39 | SANTIAGO JUXTLAHUACA |
| 40 | SALINA CRUZ |
| 41 | SAN PEDRO TAPANATEPEC |
| 42 | MATIAS ROMERO AVENDAÑO |
| 43 | SAN PEDRO MIXTEPEC |
| 44 | COSOLAPA |
| 45 | IXTLAN DE JUAREZ |
| 46 | CIUDAD IXTEPEC |
| 47 | VILLA DE ETLA |
| 48 | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| 49 | SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA |
| 50 | SAN PABLO HUITZO |
| 51 | TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA |
| 52 | SANTO DOMINGO TONALA |
| 53 | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA |
| 54 | SAN JUAN TEPOSCOLULA |
| 55 | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN |
| 56 | SAN PEDRO POCHUTLA |
| 57 | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC |
| 58 | EL BARRIO DE LA SOLEDAD |
| 59 | PUTLA VILLA GUERRERO |
| 60 | SAN AGUSTIN ETLA |

Tabla A.6. Código numérico de todas las oficinas en el estado de Oaxaca

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------|-----------|--|--|
| | SANTOS REYES NOPALA | HEROICA CIUDAD DE EUTLA DE CREPO | SAN FRANCISCO TLAIPANCINGO | ZIMATTAN DE ALVAREZ | VILLA SOLA DE VEGA | TLACOLULA DE MATAMOROS | SILACAYOAPAM | CALIHUALA | | |
| ZIMATTAN DE ALVAREZ | 160.52558 | 126.22059 | 387.53288 | 0 | 70.63219 | 133.67361 | 361.65791 | 378.86397 | | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 228.7545 | 96.25277 | 310.92906 | 133.67361 | 132.73731 | 0 | 284.63828 | 302.98041 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 337.68916 | 325.84544 | 590.561 | 386.01725 | 377.89341 | 276.99206 | 566.87588 | 579.97638 | | |
| LOMA BONITA | 423.7902 | 294.26491 | 477.28978 | 334.60431 | 327.18978 | 235.10845 | 466.25816 | 466.82622 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 199.34453 | 57.73045 | 272.42625 | 104.38603 | 106.03355 | 33.84012 | 247.06856 | 268.14881 | | |
| SANTIAAGO PINOTEPAN NACIONAL | 202.57011 | 337.44694 | 237.61741 | 350.99794 | 308.01303 | 370.49675 | 211.12441 | 231.80688 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 369.54066 | 244.91773 | 123.57635 | 270.47003 | 281.55059 | 204.29244 | 94.13984 | 134.27159 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 381.68597 | 250.70459 | 445.13641 | 286.66678 | 284.52469 | 196.64744 | 425.13816 | 436.35672 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 293.24331 | 159.922 | 212.33156 | 200.90345 | 194.19222 | 125.52977 | 187.12766 | 205.13433 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 358.66991 | 229.35178 | 136.23056 | 264.83472 | 268.53709 | 193.84473 | 106.49434 | 127.18566 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 338.27484 | 284.6705 | 549.49988 | 346.19597 | 338.25766 | 238.25566 | 525.19613 | 538.422 | | |
| SANTIAAGO JUXTLAHUACA | 329.29275 | 288.12391 | 88.70938 | 316.06625 | 322.87194 | 254.29231 | 59.14512 | 79.31513 | | |
| SALINA CRUZ | 285.46434 | 264.87856 | 529.67 | 324.34544 | 318.942 | 219.29813 | 505.96669 | 521.23325 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 448.62366 | 396.77994 | 659.96388 | 444.96753 | 453.13544 | 348.18031 | 636.2845 | 650.70594 | | |
| MATTIAS ROMERO AVENDAÑO | 431.60572 | 372.01219 | 622.72638 | 428.62503 | 437.04372 | 309.43584 | 598.32219 | 613.99725 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 34.35867 | 172.33209 | 383.76959 | 179.53848 | 139.97748 | 247.25784 | 353.69588 | 374.92628 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 304.68788 | 175.66847 | 387.46391 | 209.94294 | 209.97794 | 92.31961 | 362.34009 | 378.01516 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 340.71491 | 286.87113 | 551.81056 | 345.30325 | 341.08563 | 240.96602 | 526.93125 | 543.37688 | | |
| VILLA DE ETLA | 215.87881 | 85.55478 | 261.22914 | 121.33141 | 119.73921 | 48.83696 | 236.81233 | 252.89088 | | |
| SAN PEDRO ROCHUTLA | 123.14854 | 170.82228 | 451.97959 | 269.49153 | 227.73109 | 242.94369 | 425.40644 | 442.79975 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 271.49709 | 287.8655 | 551.89069 | 340.76784 | 332.58325 | 241.87383 | 518.61059 | 544.33181 | | |

Tabla A.7a. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|--|--|
| | SANTOS REYES TEPEILLO | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SANTIAGO CHOAPAM | TLACOTEPEC PLUMAS | SANTIAGO CHAZUMBA | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA HIDALGO | SAN PABLO VILLA DE MITLA | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 319.05438 | 224.93898 | 271.06788 | 246.07703 | 330.73313 | 206.74077 | 199.22908 | 163.81325 | | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 241.82802 | 106.54293 | 140.10478 | 174.24425 | 250.09214 | 83.49687 | 75.84894 | 24.32567 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 522.02959 | 388.09716 | 214.75305 | 451.52247 | 527.58438 | 366.19103 | 355.21528 | 288.27647 | | |
| LOMA BONITA | 423.40216 | 282.739 | 108.22867 | 341.64959 | 343.68672 | 220.07798 | 251.07241 | 218.19717 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 204.78434 | 129.43605 | 173.28016 | 133.51467 | 215.35117 | 103.98563 | 94.28437 | 61.79724 | | |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 188.86936 | 467.22522 | 510.41309 | 272.07728 | 310.06378 | 446.47481 | 431.38103 | 399.46769 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 110.69352 | 296.19691 | 339.86041 | 75.70691 | 60.47951 | 266.92356 | 264.62913 | 224.59975 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 381.08475 | 241.40242 | 132.82933 | 287.97966 | 307.42878 | 178.5508 | 209.50109 | 216.39092 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 143.96667 | 217.51192 | 261.10592 | 74.5057 | 152.4382 | 192.34464 | 185.74166 | 148.66792 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 57.6679 | 286.19178 | 330.55059 | 89.6468 | 153.10823 | 267.45803 | 255.72398 | 215.34967 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 481.88069 | 347.29991 | 279.61069 | 410.41191 | 489.24781 | 321.63409 | 314.59244 | 248.2443 | | |
| SANTIAGO JUXTIAHUACA | 33.01968 | 345.85481 | 385.26559 | 149.5635 | 157.24508 | 324.76884 | 313.42069 | 277.84063 | | |
| SALINA CRUZ | 460.21413 | 326.52756 | 313.69084 | 391.66028 | 472.70609 | 300.79928 | 293.32231 | 221.98058 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 591.68275 | 455.49625 | 357.87444 | 522.14409 | 600.62694 | 431.34663 | 423.96853 | 358.90353 | | |
| MATTIAS ROMERO AVENDAÑO | 556.11544 | 415.25209 | 181.19417 | 471.86853 | 491.24669 | 353.57444 | 382.85581 | 289.41588 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 327.91375 | 338.718 | 378.58672 | 356.99875 | 435.38963 | 317.96663 | 308.54284 | 268.52294 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 319.16966 | 113.29755 | 226.00286 | 249.71816 | 328.79181 | 10.14301 | 80.88183 | 116.48718 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 484.47744 | 348.59178 | 270.94838 | 414.30928 | 492.70016 | 323.37434 | 316.04138 | 250.99481 | | |
| VILLA DE ETILA | 193.61328 | 142.34259 | 185.74266 | 123.14792 | 203.4297 | 116.96235 | 111.31895 | 74.93084 | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 401.08641 | 334.18056 | 362.06591 | 352.83422 | 432.13447 | 330.17669 | 302.6225 | 254.89383 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 476.32353 | 340.12225 | 336.85234 | 406.13291 | 485.20656 | 315.33 | 317.57516 | 242.81844 | | |

Tabla A.7b. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--|--|
| | SANTIAAGO ZACATEPEC | SANTIAAGO TAMAZOLA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | VILLA DE ZAACHILA | MARISCALA DE JUAREZ | CUILAPAM DE GUERRERO | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 242.55494 | 361.96622 | 331.15838 | 202.29953 | 330.96228 | 84.2167 | 332.15163 | 90.81487 | | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 104.59559 | 288.57606 | 252.76672 | 80.11881 | 261.71063 | 47.04643 | 261.38002 | 41.64809 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 292.7425 | 566.81656 | 534.0455 | 361.98472 | 537.97831 | 322.18438 | 533.627 | 322.22509 | | |
| LOMA BONITA | 181.48473 | 451.40184 | 433.64778 | 220.98672 | 426.06778 | 243.78094 | 427.83556 | 237.32808 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 144.41852 | 247.37613 | 214.33789 | 102.38862 | 223.93763 | 23.0882 | 216.69781 | 17.49893 | | |
| SANTIAAGO PINOTEPA NACIONAL | 477.90953 | 243.21883 | 172.63433 | 440.01084 | 248.6315 | 359.44759 | 254.54814 | 354.98184 | | |
| H. CD. DE HUALUAPAN DE LEON | 307.15422 | 99.0723 | 93.30245 | 271.84594 | 73.2532 | 190.03019 | 67.68362 | 183.95319 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 209.84514 | 420.35981 | 392.15528 | 180.98225 | 394.96672 | 202.68652 | 396.07313 | 195.85192 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 228.43113 | 186.51195 | 153.89036 | 194.25817 | 161.41416 | 111.16266 | 155.6292 | 107.68349 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 299.71503 | 137.30536 | 65.94872 | 258.74163 | 151.64825 | 180.39258 | 148.9987 | 173.95967 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 327.83484 | 526.77375 | 491.32572 | 319.63341 | 499.61084 | 282.33178 | 494.32841 | 281.65744 | | |
| SANTIAAGO JUXTLAHUACA | 359.98191 | 90.79096 | 22.71092 | 320.44525 | 103.68402 | 240.06222 | 102.43742 | 233.23811 | | |
| SALINA CRUZ | 307.85781 | 502.50363 | 471.78272 | 301.17025 | 476.83291 | 259.04739 | 473.6825 | 259.37111 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 432.8677 | 634.46625 | 601.6745 | 429.12119 | 609.20363 | 391.97209 | 603.57975 | 391.62788 | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 256.18738 | 599.71519 | 566.1205 | 352.92369 | 573.71563 | 361.14091 | 574.31269 | 355.11006 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 353.17969 | 386.19381 | 322.64391 | 313.23297 | 399.15109 | 198.01578 | 398.86175 | 203.49469 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 198.30705 | 362.93238 | 329.17469 | 47.92643 | 337.30975 | 125.12755 | 338.25531 | 119.12808 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 332.84241 | 527.35713 | 493.76578 | 323.79088 | 501.72597 | 284.41475 | 495.82616 | 283.71913 | | |
| VILLA DE ETUA | 157.14348 | 236.53503 | 202.85128 | 115.14806 | 210.86053 | 38.84463 | 211.17459 | 29.66163 | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 349.643 | 455.45694 | 387.14925 | 325.54244 | 439.64281 | 203.17455 | 434.27303 | 209.64338 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 321.33066 | 529.96156 | 485.32022 | 314.97416 | 493.45088 | 275.87491 | 487.71831 | 275.61128 | | |

Tabla A.7c. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|----------|-------------------|-----------|
| | ZAPOTITLAN | SANTIAGO | JUCHITAN DE | OCOTLAN | SANTA LUCIA | LOMA | OAXACA | SANTIAGO | PINOTEPA NACIONAL | |
| | LACUNAS | MATATLAN | ZARAGOZA | DE MOREOS | MAHUATLAN | BONITA | DE JUAREZ | | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 386.49303 | 126.2916 | 346.19597 | 92.56883 | 172.29341 | 334.60431 | 104.38603 | | | 350.99794 |
| TLACCIJULA DE MATAMOROS | 311.63353 | 33.9349 | 238.25566 | 64.21736 | 152.43447 | 235.10845 | 33.84012 | | | 370.49675 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 596.04644 | 261.77997 | 58.73398 | 298.05284 | 304.18319 | 204.29822 | 316.82678 | | | 494.01034 |
| LOMA BONITA | 479.93906 | 260.72034 | 264.86138 | 261.17797 | 344.73128 | 0 | 232.99698 | | | 557.04025 |
| OAXACA DE JUAREZ | 277.69928 | 72.57327 | 277.13525 | 40.11155 | 127.35641 | 232.99698 | 0 | | | 336.94853 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 273.0185 | 395.47825 | 451.37331 | 362.80763 | 319.72697 | 557.04025 | 336.94853 | | | 0 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 126.67517 | 237.50931 | 441.54106 | 207.2072 | 291.33753 | 385.87716 | 167.1437 | | | 253.03972 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 448.45384 | 229.16814 | 287.84569 | 219.05316 | 306.02263 | 49.96129 | 191.3338 | | | 504.28547 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 216.11072 | 161.31433 | 365.83025 | 126.65298 | 215.43414 | 306.43784 | 90.79455 | | | 275.21085 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 167.53178 | 226.19805 | 434.14569 | 196.52152 | 281.24138 | 375.74925 | 156.28466 | | | 180.53211 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 555.19356 | 220.94952 | 0 | 256.74705 | 260.90891 | 264.86138 | 277.13525 | | | 451.37331 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 108.78961 | 286.87659 | 493.50947 | 256.29341 | 343.44109 | 416.56419 | 216.23753 | | | 152.0335 |
| SALINA CRUZ | 532.13088 | 201.13039 | 50.81614 | 232.41125 | 240.29455 | 295.7945 | 253.64667 | | | 395.45197 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 665.28144 | 330.56634 | 112.69181 | 366.43313 | 370.77413 | 341.33375 | 383.50866 | | | 547.09281 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 626.54681 | 317.84978 | 113.54178 | 350.02441 | 354.82941 | 165.50219 | 342.91666 | | | 545.53188 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 416.13119 | 227.53264 | 304.62909 | 197.08192 | 149.37027 | 441.34391 | 219.73791 | | | 153.49106 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 357.82891 | 124.59066 | 331.44241 | 142.37589 | 229.29875 | 230.20039 | 114.48973 | | | 451.93266 |
| CIUDAD IXTEPEC | 556.61488 | 223.27403 | 25.58632 | 258.10369 | 265.40219 | 258.85102 | 275.59994 | | | 454.47763 |
| VILLA DE ETIA | 266.82116 | 83.75119 | 289.78578 | 130.49941 | 140.19734 | 239.85063 | 12.04307 | | | 325.82959 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 483.71266 | 212.12678 | 231.76702 | 195.37792 | 140.20575 | 438.11128 | 214.04683 | | | 232.08341 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 549.19756 | 224.29194 | 66.11153 | 249.86073 | 257.50088 | 312.07166 | 271.37109 | | | 384.85797 |

Tabla A.7d. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------|--|--|
| | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | ASUNCION NOCHIXTLAN | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | SAN JUAN JUQUILA MIXES | JUCHITAN DE ZARAGOZA | SANTIAGO JUTTLAHUACA | SALINA CRUZ | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 270.47003 | 286.66678 | 200.90345 | 264.83472 | 222.642 | 346.19597 | 316.06625 | 324.34544 | | |
| TLACOLULA DE MATANOROS | 204.29244 | 196.64744 | 125.52977 | 193.84473 | 88.55981 | 238.25566 | 254.29231 | 219.29813 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 482.97378 | 228.79184 | 405.51978 | 472.43738 | 320.21916 | 60.0565 | 533.82438 | 92.04918 | | |
| LOMA BONITA | 385.87716 | 49.96129 | 306.43784 | 375.74925 | 211.61888 | 264.86138 | 532.56056 | 295.7945 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 167.1437 | 191.3338 | 90.79455 | 156.28466 | 123.57271 | 277.13525 | 216.23753 | 253.64667 | | |
| SANTIAGO PINOTEPAN NACIONAL | 253.03972 | 504.28547 | 275.21085 | 180.53211 | 464.63178 | 451.37331 | 152.0335 | 395.45197 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 0 | 340.17694 | 105.9904 | 106.4915 | 294.01447 | 441.54106 | 101.18148 | 423.15022 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 340.17694 | 0 | 265.67803 | 333.05444 | 236.57539 | 287.84569 | 393.88 | 322.21956 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 105.9904 | 265.67803 | 0 | 94.68634 | 215.18672 | 365.83025 | 155.59488 | 342.00891 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 106.4915 | 333.05444 | 94.68634 | 0 | 282.94591 | 433.79138 | 58.75429 | 411.36109 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 441.54106 | 287.84569 | 365.83025 | 433.79138 | 314.45263 | 0 | 493.50947 | 50.81614 | | |
| SANTIAGO JUTTLAHUACA | 101.18148 | 393.88 | 155.59488 | 58.75429 | 343.16141 | 0 | 0 | 470.48603 | | |
| SALINA CRUZ | 423.15022 | 322.21956 | 342.00891 | 411.36109 | 291.77597 | 50.81614 | 470.48603 | 0 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 553.81525 | 366.29025 | 473.65794 | 543.43231 | 424.06947 | 112.69181 | 602.96206 | 160.95491 | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 516.08625 | 187.81166 | 437.33369 | 503.79022 | 282.44247 | 113.54178 | 564.12963 | 143.5773 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 384.15419 | 400.47038 | 309.8325 | 323.78353 | 336.33194 | 304.62909 | 295.06019 | 250.48083 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 279.40134 | 188.72428 | 202.56769 | 270.0615 | 181.62536 | 331.44241 | 330.46228 | 309.13256 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 445.90647 | 283.344 | 367.03478 | 435.75925 | 316.16075 | 25.58632 | 495.18691 | 52.40961 | | |
| VILLA DE ETIA | 154.66592 | 198.27214 | 76.60953 | 145.30897 | 140.53458 | 289.78578 | 204.51311 | 269.91788 | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 384.21538 | 396.19219 | 308.27675 | 373.81897 | 320.05531 | 231.76702 | 363.34825 | 178.99742 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 446.78641 | 336.07384 | 368.68956 | 427.80703 | 307.98438 | 66.11153 | 496.20488 | 20.56001 | | |

Tabla A.7e. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------------------------|--------------------|-----------|------------------|----------------|---------------|---------------------------|
| | SAN PEDRO TAPANATEPEC | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | SAN PEDRO MIXTEPEC | COSOLAPA | IXTLAN DE JUAREZ | CIUDAD IXTEPEC | VILLA DE ETLA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 444.96753 | 428.62503 | 179.53848 | 390.53103 | 209.94294 | 345.30325 | 121.33141 | 370.98888 |
| TLACOLUIA DE MATAMOROS | 348.18031 | 309.43584 | 247.25784 | 295.02159 | 92.31961 | 240.96602 | 48.83696 | 273.78463 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 136.63402 | 52.43979 | 343.22056 | 326.90703 | 371.63894 | 53.62957 | 329.09606 | 306.55716 |
| LOMA BONITA | 341.33375 | 165.50219 | 441.34391 | 133.33877 | 230.20039 | 258.85102 | 239.85063 | 114.43683 |
| OAXACA DE JUAREZ | 383.50866 | 342.91666 | 219.73791 | 267.70994 | 114.48973 | 275.59994 | 12.04307 | 268.24009 |
| SANTIAGO PINOTERA NACIONAL | 547.09281 | 545.53188 | 153.49106 | 511.95844 | 451.93266 | 454.47763 | 325.82959 | 539.51156 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 553.81525 | 516.08625 | 384.15419 | 273.23581 | 279.40134 | 445.90647 | 154.66592 | 299.66188 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTTEPEC | 366.29025 | 187.81166 | 400.47038 | 101.20884 | 188.72428 | 283.344 | 198.27214 | 83.29138 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 473.65794 | 437.33369 | 309.8325 | 295.73175 | 202.56769 | 367.03478 | 76.60953 | 324.31456 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 543.43231 | 503.79022 | 323.78353 | 334.44269 | 270.0615 | 435.75925 | 145.30897 | 359.1835 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 112.69181 | 113.54178 | 304.62909 | 384.68934 | 331.44241 | 25.58632 | 289.78578 | 366.26459 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 602.96206 | 564.12963 | 295.06019 | 360.42944 | 330.46228 | 495.18691 | 204.51311 | 387.18781 |
| SALINA CRUZ | 160.95491 | 143.5773 | 250.48083 | 419.59116 | 309.13256 | 52.40961 | 269.91788 | 398.16669 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 0 | 190.32505 | 414.265 | 463.57947 | 441.42609 | 128.69033 | 399.97022 | 444.46347 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 190.32505 | 0 | 398.15328 | 286.58219 | 361.53728 | 108.39439 | 360.80059 | 267.43781 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 414.265 | 398.15328 | 0 | 497.02638 | 322.62275 | 305.73141 | 233.00955 | 478.10034 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 441.42609 | 361.53728 | 322.62275 | 286.20878 | 0 | 333.51734 | 127.03262 | 266.87253 |
| CIUDAD IXTEPEC | 128.69033 | 108.39439 | 305.73141 | 381.37841 | 333.51734 | 0 | 291.722 | 361.43463 |
| VILLA DE ETLA | 399.97022 | 360.80059 | 233.00955 | 295.92488 | 127.03262 | 291.722 | 0 | 276.49963 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 342.19156 | 323.11816 | 88.2815 | 509.73381 | 319.46834 | 234.32216 | 230.87875 | 495.63475 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 186.32084 | 165.98948 | 227.5765 | 443.43447 | 334.53525 | 78.41213 | 293.07941 | 423.17666 |

Tabla A.7f. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|--|--|
| | SAN JUAN BAUTISTA COXTLAHUACA | SAN PABLO HUITZO | TEOATLAN DE SEGURA Y LUNA | SANTO DOMINGO TONALA | SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA | SAN JUAN TEPOSCOLULA | SANTO TOMAS TAMAZULAPAN | SAN PEDRO POCHUTLA | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 222.52852 | 147.96167 | 291.43409 | 310.24747 | 152.41775 | 214.67598 | 167.27122 | 269.49153 | | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 142.90873 | 69.21814 | 215.22631 | 230.79198 | 80.07052 | 137.10688 | 141.6197 | 242.94369 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 423.86753 | 350.82694 | 493.36828 | 513.17588 | 359.54744 | 416.5385 | 291.00494 | 272.77172 | | |
| LOMA BONITA | 326.76434 | 249.95989 | 396.34741 | 415.41663 | 260.23753 | 319.71253 | 336.9545 | 438.1128 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 107.08938 | 35.64224 | 180.75202 | 195.33109 | 45.80474 | 99.33448 | 112.61776 | 214.04683 | | |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 268.53834 | 314.46247 | 288.31369 | 216.30738 | 321.36719 | 240.16294 | 307.70006 | 232.08341 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 76.54581 | 143.84525 | 48.62738 | 43.78027 | 148.16834 | 69.1541 | 282.90475 | 384.21538 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 285.34034 | 208.12766 | 354.87128 | 371.47381 | 217.08498 | 278.07719 | 293.86394 | 396.19219 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 46.79375 | 64.88386 | 119.27228 | 134.96895 | 73.59064 | 39.61575 | 204.04072 | 308.27675 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 91.69306 | 133.53125 | 117.26089 | 113.41881 | 140.01281 | 58.58489 | 272.24763 | 373.81897 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 385.091 | 307.4413 | 454.88597 | 473.41972 | 317.45581 | 376.25306 | 251.53259 | 231.76702 | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 150.60238 | 193.05841 | 136.676 | 65.34023 | 202.43784 | 118.30105 | 331.68075 | 363.34825 | | |
| SALINA CRUZ | 364.51859 | 288.93075 | 429.80025 | 451.31741 | 295.75409 | 354.9545 | 230.89713 | 178.99742 | | |
| SAN PEDRO TABANATEPEC | 494.571 | 418.98316 | 564.26075 | 581.67613 | 428.64747 | 486.46053 | 361.42266 | 342.19156 | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 457.57803 | 382.15516 | 527.74294 | 545.97669 | 392.72569 | 450.66303 | 345.47819 | 323.11816 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 328.34166 | 254.29445 | 399.01856 | 361.00216 | 265.21494 | 321.01869 | 140.53663 | 88.2815 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 222.07114 | 146.71091 | 290.29919 | 309.17619 | 156.52986 | 214.74816 | 217.48131 | 319.46834 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 386.66226 | 310.89503 | 456.163 | 475.6125 | 320.84116 | 378.88947 | 253.978 | 234.32216 | | |
| VILLA DE ETILA | 95.79322 | 19.38236 | 165.51983 | 183.58295 | 28.42331 | 88.36451 | 129.08435 | 230.87875 | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 346.17403 | 249.08167 | 410.63853 | 412.13672 | 259.36609 | 337.69322 | 110.68165 | 0 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 388.12263 | 301.88719 | 448.17566 | 476.52888 | 322.54084 | 380.72481 | 245.65702 | 165.40738 | | |

Tabla A.7g. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Distancia en kilómetros de la concentradora a cada oficina | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | PUTLA VILLA CUERRERO | SAN AGUSTIN ETLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 340.76784 | 386.01725 | 331.79834 | 137.95191 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 241.87383 | 276.99206 | 253.42741 | 61.20763 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 118.28912 | 0 | 530.98456 | 341.12113 |
| LOMA BONITA | 312.07166 | 204.29822 | 433.30041 | 248.74763 |
| OAXACA DE JUAREZ | 271.37109 | 316.82678 | 215.62056 | 24.15086 |
| SANTIAGO PINOTEPAN NACIONAL | 384.85797 | 494.01034 | 120.07213 | 334.46284 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 446.78641 | 482.97378 | 135.16873 | 161.57863 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 336.07384 | 228.79184 | 393.11884 | 207.58553 |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 368.68956 | 405.51978 | 154.75808 | 85.818 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 427.80703 | 472.43738 | 57.88388 | 153.63197 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 66.11153 | 58.73398 | 492.91916 | 300.58516 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 496.20488 | 532.56056 | 28.92131 | 213.66755 |
| SALINA CRUZ | 20.56001 | 92.04918 | 470.03206 | 280.58447 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 186.32084 | 136.63402 | 602.57881 | 410.52391 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 165.98948 | 52.43979 | 566.08725 | 373.53094 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 227.5765 | 343.22056 | 264.71506 | 244.29459 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 334.53525 | 371.63894 | 329.39925 | 137.23044 |
| CIUDAD IXTEPEC | 78.41213 | 53.62957 | 493.99031 | 302.61516 |
| VILLA DE ETLA | 293.07941 | 329.09606 | 204.03119 | 10.55367 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 165.40738 | 272.77172 | 333.58175 | 240.53219 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 0 | 118.28912 | 473.14063 | 303.28113 |

Tabla A.7h. Matriz de distancias en kilómetros de las posibles concentradoras a cada una de las oficinas.

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|-------------|--|--|
| | SANTOS REYES NOPALA | HEROICA CIUDAD DE EUTLA DE CRESCO | SAN FRANCISCO TLAPANCINGO | ZIMATLAN ALVAREZ DE | VILLA SOLA DE VEGA | TLACOLULA DE MATAMOROS | SILACAYOPAM | CALIHUALA | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 143.3956097 | 137.4568324 | 3484.664821 | 47.47157824 | 97.84307394 | 160.4481662 | 227.9303741 | 6155.907797 | | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 183.5464187 | 116.6008512 | 3204.721395 | 132.2171137 | 140.4186847 | 47.75649891 | 189.6356593 | 4963.714548 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 247.651416 | 276.3849266 | 4226.617215 | 292.1963115 | 308.4832611 | 281.2707809 | 329.9662272 | 9315.549456 | | |
| LOMA BONITA | 298.3194672 | 254.4065865 | 3812.67528 | 259.6018665 | 273.72384 | 245.9613893 | 279.9383719 | 7537.867217 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 166.2394749 | 89.79140083 | 3064.015506 | 113.6495621 | 122.1121603 | 76.28493876 | 170.9557238 | 4416.481414 | | |
| SANTIAGO PINOTERA NACIONAL | 168.1376384 | 284.4589428 | 2936.808979 | 269.9949946 | 260.5773902 | 360.098602 | 153.0840335 | 3845.519751 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 266.3951319 | 220.0636193 | 2520.053716 | 218.9424282 | 242.4363007 | 219.9823831 | 94.91846259 | 2313.159985 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 273.5423067 | 224.0909607 | 3695.172986 | 229.2107395 | 244.4751684 | 213.5373727 | 259.4932117 | 7059.166268 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 221.4962777 | 160.9111902 | 2844.403567 | 174.8390552 | 182.5485361 | 153.5826158 | 141.1526766 | 3426.472015 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 259.9979999 | 209.2305603 | 2566.297662 | 215.3697906 | 233.5150119 | 211.1745873 | 101.061209 | 2201.834186 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 247.9960722 | 247.7293963 | 4076.562157 | 266.9506775 | 281.3113264 | 248.6146007 | 309.2427552 | 8662.695909 | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 242.7103638 | 250.1327828 | 2392.634756 | 247.8492264 | 270.7637834 | 262.1340741 | 77.51883571 | 1449.748719 | | |
| SALINA CRUZ | 216.9185717 | 233.9552769 | 4004.095216 | 253.0980141 | 268.0696481 | 232.6327201 | 299.6817391 | 8392.646485 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 312.933263 | 325.7515004 | 4480.245298 | 329.5692308 | 360.0647632 | 341.2850393 | 364.476693 | 10426.76912 | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 302.9186819 | 308.5144866 | 4344.163399 | 319.2085178 | 349.0332282 | 308.6220558 | 345.601559 | 9850.045354 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 69.14991588 | 169.5479414 | 3470.912135 | 161.2942229 | 145.3821186 | 256.2037626 | 223.9715955 | 6094.043442 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 228.2310867 | 171.8698813 | 3484.412775 | 180.569853 | 193.3703092 | 125.5852549 | 228.2695589 | 6142.572292 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 249.4319851 | 249.2609157 | 4085.006379 | 266.3847116 | 283.250016 | 250.8995317 | 310.1054694 | 8740.541157 | | |
| VILLA DE ETLA | 175.9694357 | 109.155629 | 3023.096433 | 124.3924851 | 131.5079532 | 88.92781497 | 165.8562524 | 4176.766762 | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 121.4002682 | 168.4971953 | 3720.18092 | 218.322085 | 205.5408228 | 252.5667788 | 259.6266025 | 7160.391578 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 208.6992362 | 249.9529434 | 4085.299209 | 263.5093816 | 277.4212853 | 251.6648483 | 305.9683773 | 8755.543894 | | |

Tabla A.8a. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|--|--|
| | SANTOS RIVER TEPEJILLO | SAN ILDEFONSO VILLA ALTA | SANTIAGO CHOAPAM | TLACOTEPEC PLUMAS | SANTIAGO CHAZUMBA | VILLA TALEA DE CASTRO | VILLA HIDALGO | SAN PABLO VILLA DE MITLA | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 4193.724814 | 572.4872904 | 10118.75924 | 1890.583935 | 393.9935062 | 3360.515163 | 451.2334287 | 313.789768 | | |
| TLACOLUIA DE MATAMOROS | 3808.533712 | 490.2200805 | 8595.522705 | 1371.294743 | 310.0711297 | 2839.987738 | 211.3070417 | 91.99627686 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 5206.128413 | 685.8573584 | 9463.759423 | 3375.777694 | 598.854889 | 4033.96215 | 754.5659212 | 511.6936393 | | |
| LOMA BONITA | 4714.192649 | 612.649495 | 8224.770522 | 2581.49131 | 407.4741946 | 3416.845606 | 552.0485426 | 400.263413 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 3623.766543 | 506.1273098 | 8981.386746 | 1076.854925 | 273.9165046 | 2926.523149 | 247.1567831 | 151.5782865 | | |
| SANTIAGO PINOTEPAN NACIONAL | 3544.385504 | 740.8393001 | 12902.592 | 2078.543371 | 372.4830936 | 4373.045133 | 902.6786824 | 688.4942466 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 3154.458568 | 622.0006913 | 10918.88764 | 658.9545596 | 112.7429158 | 3614.700503 | 578.4110904 | 410.4438934 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 4503.121069 | 583.926872 | 8510.901684 | 2193.503895 | 369.740872 | 3241.453266 | 471.2084932 | 397.3913688 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 3320.419016 | 567.3266157 | 10002.89132 | 650.2708449 | 208.4435242 | 3299.712312 | 425.0056424 | 289.7077988 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 2889.976375 | 615.0486508 | 10810.60478 | 759.72797 | 209.1408186 | 3616.957867 | 561.0940371 | 395.7357198 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 5005.872969 | 657.5094876 | 10218.12097 | 3078.583718 | 558.9583542 | 3845.773451 | 675.5702966 | 448.0401245 | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 2767.035517 | 656.5053634 | 11446.99692 | 1192.874157 | 213.4460024 | 3859.013241 | 673.2916985 | 495.1000373 | | |
| SALINA CRUZ | 4897.80409 | 643.0758703 | 10614.50842 | 2943.025567 | 541.7435301 | 3757.776479 | 634.2081661 | 406.2792584 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 5553.545765 | 732.6894536 | 11128.40947 | 3886.311241 | 674.8696455 | 4309.150428 | 888.2642528 | 623.9948363 | | |
| MATIAS ROMERO AVENDANO | 5376.142462 | 704.7258961 | 9073.434881 | 3522.862201 | 561.0385712 | 3980.675285 | 808.3160021 | 513.5053685 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 4237.913748 | 651.5463681 | 11369.31474 | 2692.45253 | 502.908615 | 3830.283731 | 663.8061774 | 480.2843598 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 4194.29981 | 494.9135119 | 9594.606369 | 1916.906172 | 391.9731914 | 2530.173656 | 221.0940553 | 238.5385214 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 5018.825088 | 658.4071404 | 10117.36933 | 3106.758349 | 562.5511848 | 3853.123493 | 678.3879213 | 452.4135978 | | |
| VILLA DE FTLA | 3568.047318 | 515.095388 | 9126.338532 | 1001.912242 | 261.5099345 | 2981.331043 | 280.2824161 | 172.4614863 | | |
| SAN PEDRO ROCHUTLA | 4602.885728 | 648.3935389 | 11177.16061 | 2662.346561 | 499.5209983 | 3881.853594 | 652.2934186 | 458.6132699 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 4978.154861 | 652.5221079 | 10883.90066 | 3047.65023 | 554.7526605 | 3819.147778 | 681.3705269 | 439.4126866 | | |

Tabla A.8b. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--|--|--|
| | SANTIAGO ZACATEPEC | SANTIAGO TAMAZOLA | SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA | SAN BARTOLOME ZOOGOCHO | SANTA CRUZ TACACHE DE MINA | VILLA DE ZAACHILLA | MARISCALA DE JUAREZ | CUILAPAM DE GUERRERO | | | |
| ZIMATTIAN DE ALVAREZ | 10833.28808 | 373.4356979 | 183.737646 | 1252.397173 | 562.0448229 | 151.7816584 | 296.7039026 | 361.1827025 | | | |
| TLACOLUIA DE MATAMOROS | 9136.467685 | 316.1215058 | 918.3443275 | 551.0794799 | 457.1548495 | 107.8422984 | 244.4057186 | 207.7460605 | | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 11450.56611 | 533.4139803 | 1870.607728 | 2168.990635 | 875.5955594 | 433.08571 | 445.5884055 | 1083.353385 | | | |
| LOMA BONITA | 10082.15974 | 443.2806241 | 1530.713356 | 1359.661699 | 706.0935691 | 340.404194 | 367.4115745 | 818.4120542 | | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 9626.266745 | 283.9463381 | 788.2443308 | 678.9082551 | 399.9430869 | 79.52102734 | 211.3868508 | 132.3828576 | | | |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 13728.01373 | 280.6996864 | 647.0578044 | 2616.860794 | 437.3449302 | 477.1349352 | 239.3571559 | 1185.578622 | | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 11627.82195 | 168.1281657 | 378.4813912 | 1651.593772 | 171.7133502 | 276.8648774 | 101.2696509 | 651.8430031 | | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 10430.97642 | 419.0382887 | 1390.241369 | 1130.035923 | 658.987264 | 291.8260558 | 343.9400524 | 688.9758228 | | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 10659.57337 | 236.4143351 | 583.6004878 | 1206.239743 | 305.2437534 | 183.6347559 | 166.2589047 | 413.825247 | | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 11536.32421 | 197.9863503 | 285.8759129 | 1576.374994 | 290.4521052 | 265.4721591 | 161.3591559 | 620.6558449 | | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 11882.18164 | 502.1424678 | 1725.980811 | 1925.893991 | 817.4834003 | 385.97554 | 416.5478779 | 956.7523754 | | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 12277.57206 | 161.6608366 | 139.4952493 | 1930.553955 | 217.804496 | 336.0082567 | 126.9517093 | 805.6483291 | | | |
| SALINA CRUZ | 11636.4757 | 483.1886691 | 1659.818395 | 1819.915398 | 782.9834791 | 358.4508222 | 401.2911443 | 887.202577 | | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 13174.02522 | 586.2451409 | 2099.564287 | 2554.354171 | 983.4748939 | 515.5824825 | 497.2814755 | 1299.941314 | | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 11000.95923 | 559.1062312 | 1979.196967 | 2116.980296 | 929.7240393 | 479.1366263 | 475.65396 | 1185.978763 | | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 12193.90867 | 392.3562827 | 1154.912086 | 1889.155446 | 665.3249969 | 286.3047258 | 346.0007624 | 712.8269061 | | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 10289.06457 | 374.1902225 | 1177.021905 | 366.2951237 | 571.6588315 | 200.1427966 | 301.2143466 | 449.5408147 | | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 11943.77187 | 502.5980596 | 1734.241582 | 1949.757881 | 820.6870197 | 388.4378403 | 417.6546721 | 963.1863698 | | | |
| VILLA DE ETLA | 9782.77641 | 275.4799594 | 749.3566539 | 752.1474783 | 380.1362423 | 98.14686593 | 207.3053501 | 170.3394585 | | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 12150.40943 | 446.4474625 | 1373.29356 | 1959.81184 | 726.6545887 | 292.4029611 | 372.1686796 | 732.015357 | | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 11802.18398 | 504.6319944 | 1705.649316 | 1899.149882 | 808.1533982 | 378.3428073 | 411.6632042 | 937.8838937 | | | |

Tabla A.8c. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | ZAPOTTITAN | SANTIAGO | JUCHITAN DE | OCOTLAN | SANTA LUCIA | LOMA | OAXACA | SANTIAGO | LAGUNAS | MATATLAN | ZARAGOZA | DE MOREOS | MAHUATLAN | BONITA | DE JUAREZ | PINOTEPA NACIONAL |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 788.0796865 | 1071.803533 | 2012.090403 | 106.9892089 | 105.5867225 | 257.9659585 | 56.7681005 | 311.0028374 | 728.326646 | 380.6385409 | 1411.75755 | 89.0058869 | 98.68216675 | 195.323101 | 48.1266165 | 325.4727142 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 955.3457434 | 2085.750742 | 413.3097749 | 237.3276051 | 151.4421577 | 175.9248984 | 82.79095632 | 417.1309454 | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 2077.820845 | 1559.730886 | 213.937895 | 165.5399166 | 47.29819677 | 72.52225788 | 463.9048273 |
| LOMA BONITA | 862.6685417 | 2077.820845 | 1559.730886 | 213.937895 | 165.5399166 | 47.29819677 | 72.52225788 | 463.9048273 | OAXACA DE JUAREZ | 669.7944842 | 1627.994609 | 73.71558468 | 89.96302751 | 193.9937138 | 43.98138428 | 300.5769072 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 697.5040323 | 3086.301549 | 2597.056415 | 278.4015333 | 156.8464187 | 398.0122168 | 85.25576218 | 50.53068741 | H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 580.6924197 | 1904.117677 | 2542.372278 | 179.7042649 | 146.975979 | 290.247481 | 64.4555862 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 837.5369603 | 1841.6953 | 1687.562986 | 187.2181509 | 152.0816942 | 78.75395757 | 67.418743 | 424.7560193 | ASUNCION NOCHIXTLAN | 652.0800998 | 1333.901301 | 2121.290602 | 128.6087668 | 120.5858904 | 240.2322742 | 55.10322704 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACA | 613.3042681 | 1819.468194 | 2501.241364 | 172.9263439 | 143.4657498 | 283.8709219 | 63.12541235 | 184.5018065 | JUCHITAN DE ZARAGOZA | 922.7368722 | 1780.190045 | 86.64832839 | 211.1273649 | 136.3965572 | 214.0556247 | 77.92895793 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 566.4161209 | 2273.565001 | 2831.405577 | 210.8396213 | 165.0913433 | 309.568165 | 70.46931563 | 163.3532658 | SANTIAGO JUXTLAHUACA | 904.3281832 | 1631.870661 | 369.2730338 | 195.6911801 | 129.229357 | 233.5311991 | 75.05173355 |
| SALINA CRUZ | 1010.609294 | 2600.523692 | 713.4076534 | 280.701186 | 174.594494 | 262.2028318 | 90.95912703 | 456.522929 | SAN PEDRO TAPANATEPEC | 979.6912151 | 2505.357439 | 718.1349413 | 270.2931438 | 169.0508341 | 151.4988149 | 85.98682592 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 811.73694 | 1829.455795 | 1780.907413 | 173.2818053 | 97.61680578 | 325.169494 | 70.8980933 | 164.4349069 | SAN PEDRO MIXTEPEC | 765.1999141 | 1059.074298 | 1930.03536 | 138.5818001 | 125.4063376 | 192.2329734 | 58.00575881 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 923.8713734 | 1797.585859 | 228.9520562 | 211.9878809 | 137.9587807 | 210.271486 | 77.74089074 | 387.7941067 | CIUDAD IXTEPEC | 692.5573 | 753.4460979 | 1698.353206 | 131.0485553 | 94.42756172 | 198.3087901 | 45.45659542 |
| VILLA DE ETILA | 865.6806387 | 1714.163768 | 1375.669607 | 172.200959 | 94.43048571 | 323.1342216 | 70.20096669 | 222.7575238 | SAN PEDRO POCHUTLA | 917.95085 | 1805.203538 | 454.3415788 | 206.7593758 | 135.2116534 | 243.7793423 | 77.22287941 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | | | | | | | | 336.1300356 | | | | | | | | |

Tabla A.8d. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------|--|--|--|
| | HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEON | SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | ASUNCION NOCHIXTLAN | HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | SAN JUAN JUQUILA MIXES | JUCHITAN DE ZARAGOZA | SANTIAGO JUXTLAHUACA | SALINA CRUZ | | | |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 181.4359526 | 138.5799533 | 181.9230443 | 130.788565 | 196.7993504 | 435.5614041 | 195.0908511 | 249.4358779 | | | |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 148.8422426 | 109.313384 | 131.4607025 | 108.0630285 | 108.3829705 | 315.6191614 | 166.491975 | 183.6825577 | | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 286.0980533 | 119.7639862 | 318.9127624 | 197.2469745 | 261.1436101 | 117.605955 | 295.9042003 | 104.0323415 | | | |
| LOMA BONITA | 238.2761385 | 61.62362796 | 252.5778466 | 166.2948694 | 189.5304927 | 345.1831836 | 241.6173983 | 231.5647007 | | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 130.5457882 | 107.585844 | 108.205628 | 96.03918199 | 131.4711515 | 358.8217909 | 148.8741262 | 205.1826851 | | | |
| SANTIAGO PINOTERA NACIONAL | 172.8511965 | 209.3308881 | 231.6715164 | 103.8013511 | 356.3720746 | 552.4334608 | 119.1502151 | 293.9443041 | | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 48.22436675 | 155.9768682 | 118.3791817 | 80.09924067 | 243.8637325 | 541.5079584 | 95.60775332 | 311.2817485 | | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 215.7679191 | 45.38050117 | 225.289336 | 152.627274 | 205.9872963 | 370.7231296 | 231.115521 | 248.1052045 | | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 100.4266358 | 131.7562118 | 47.41908276 | 76.32013612 | 191.8831951 | 457.3788287 | 120.7989923 | 260.4921515 | | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 100.673437 | 153.661242 | 110.811641 | 46.00885033 | 236.5649107 | 532.8965879 | 75.96565261 | 303.9024597 | | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 265.691658 | 138.9632337 | 292.3407995 | 184.8754967 | 257.341049 | 50.87174518 | 277.2400012 | 78.22292967 | | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 98.05815205 | 173.4364977 | 151.5891593 | 64.81745647 | 276.2721718 | 599.2547598 | 48.76475429 | 340.9111286 | | | |
| SALINA CRUZ | 256.6338228 | 150.1386683 | 276.3925189 | 177.6950425 | 242.3876225 | 107.3381551 | 266.5810646 | 46.41507161 | | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 320.988812 | 164.4666771 | 364.5309559 | 219.9740924 | 329.6245057 | 176.0938093 | 327.912195 | 147.1631987 | | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 302.4065687 | 106.4407461 | 340.2120329 | 207.2837432 | 236.2329327 | 177.0382878 | 309.9343252 | 136.2858563 | | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 237.4275433 | 175.5791241 | 254.8505563 | 149.6594414 | 271.7686877 | 389.3726836 | 185.3658812 | 203.201059 | | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 185.834791 | 106.7374519 | 183.0372455 | 132.461778 | 169.7521876 | 419.1673889 | 201.7556402 | 239.9135268 | | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 267.8417047 | 137.4996702 | 293.147227 | 185.5054574 | 258.4674163 | 79.30301985 | 278.0165892 | 79.22034639 | | | |
| VILLA DE ETILA | 124.4002465 | 109.8415971 | 98.70882058 | 92.52560995 | 142.6561354 | 372.8789391 | 143.4461862 | 215.3674874 | | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 237.4576806 | 174.1882236 | 253.8089886 | 165.6769422 | 261.0355642 | 308.4090466 | 216.9805357 | 158.4567286 | | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 268.2750918 | 154.642892 | 294.2550948 | 182.9597679 | 253.0757604 | 124.3342466 | 278.4878688 | 59.28440564 | | | |

Tabla A.8e. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|--------------------|-------------|------------------|----------------|----------------|---------------------------|--|--|
| | SAN PEDRO TAPANATEPEC | MATIAS ROMERO AVENDAÑO | SAN PEDRO MIXTEPEC | COSOLAPA | IXTLAN DE JUAREZ | CIUDAD IXTEPEC | VILLA DE ETILA | ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA | | |
| ZIMATTIAN DE ALVAREZ | 497.9468563 | 246.3966432 | 153.0220719 | 184.5432343 | 205.6490592 | 211.0540016 | 71.60224747 | 401.6070302 | | |
| TLACOLUILA DE MATAMOROS | 401.3805101 | 190.8965365 | 192.4267734 | 150.45566 | 119.017706 | 161.5478534 | 55.35407458 | 309.4925773 | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 190.3169804 | 71.22705804 | 248.265788 | 161.8356587 | 324.7405972 | 72.66006072 | 118.168515 | 340.549076 | | |
| LOMA BONITA | 394.5495743 | 123.8742425 | 305.3620352 | 92.75062952 | 220.5668976 | 170.0339658 | 98.16594685 | 158.4888274 | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 436.6282388 | 206.4867849 | 176.4134113 | 140.7080591 | 135.3463331 | 177.9810286 | 47.10746417 | 304.2383598 | | |
| SANTIAGO PINOTERA NACIONAL | 599.8390808 | 300.83339848 | 137.8655375 | 227.8810014 | 383.8781306 | 262.855291 | 117.4364014 | 561.3055461 | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 606.5461798 | 287.1227111 | 272.0843455 | 142.6802569 | 256.8062163 | 258.788429 | 79.07350743 | 334.0148459 | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 419.4491222 | 134.2625836 | 281.5784468 | 81.28337165 | 190.0211967 | 181.6554464 | 88.84696459 | 128.9739117 | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 526.5717932 | 250.4518059 | 228.8378646 | 150.709118 | 200.2170765 | 221.3652237 | 61.57873756 | 357.3766652 | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 596.1869342 | 281.3970998 | 236.955723 | 164.5251559 | 249.9272836 | 253.9737547 | 76.97633528 | 390.419802 | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 166.4294079 | 99.67902559 | 225.8100921 | 182.4583196 | 295.1352478 | 59.3540405 | 109.3579064 | 397.1301129 | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 655.580834 | 309.4939741 | 220.2421179 | 173.7998964 | 294.4133673 | 282.1711158 | 90.24575249 | 416.9577537 | | |
| SALINA CRUZ | 214.5823688 | 113.6649799 | 194.3021744 | 194.9148724 | 278.7037074 | 72.08121153 | 104.9049162 | 427.361759 | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 53.99476685 | 135.4329365 | 289.6052949 | 210.6144178 | 376.1398837 | 108.2750479 | 134.0535325 | 471.2343526 | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 243.8854845 | 46.80861924 | 280.2301692 | 147.4436156 | 317.3005725 | 98.64498765 | 125.2744477 | 303.4780887 | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 467.3143912 | 232.2075596 | 48.55179615 | 222.5517093 | 288.6394354 | 192.2778718 | 96.63265637 | 503.1099329 | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 494.4134981 | 215.1574236 | 236.2802856 | 147.3103446 | 51.02292355 | 205.4617983 | 72.88005902 | 302.9424078 | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 182.3914184 | 97.2821581 | 226.4515127 | 181.2766398 | 296.6634649 | 47.21378959 | 109.7918712 | 392.5530586 | | |
| VILLA DE ETILA | 453.0522327 | 214.814386 | 184.1359446 | 150.7780466 | 144.5843604 | 185.6306575 | 44.40825225 | 312.0654148 | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 395.4054268 | 197.2676698 | 99.92124434 | 227.087025 | 286.316165 | 158.3954607 | 96.1550804 | 519.7262083 | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 239.8904124 | 124.1011477 | 180.9745487 | 203.4246134 | 297.413171 | 84.41894189 | 110.0961073 | 451.06216 | | |

Tabla A.8f. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|--------------|---------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------|-------------|---------------|--------|---------------|-------------|-------------|----------|
| | SAN JUAN BAUTISTA | SAN PABLO | TEZOATLAN DE | SANTO DOMINGO | SAN FRANCISCO | SAN JUAN | SANTO TOMAS | SAN PEDRO | COIXTLAHUACA | HUITZO | TEZOTLAN DE | SECURA Y LUNA | TONALA | TELIXTLAHUACA | TEPOSCOLUJA | TAMAZULAPAN | POCHUTLA |
| ZIMATTAN DE ALVAREZ | 366.0161925 | 119.4430136 | 267.8847043 | 127.1167787 | 133.2409149 | 105.9860502 | 82.16722055 | 177.570201 | | | | | | | | | |
| TLACOLUJA DE MATAMOROS | 256.0625538 | 81.3143864 | 210.62723165 | 106.4138072 | 92.44726138 | 83.97276145 | 76.48085019 | 164.6269779 | | | | | | | | | |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 644.0621001 | 217.6729792 | 419.6044397 | 179.9919305 | 250.0329029 | 163.2724948 | 109.5962289 | 179.1694359 | | | | | | | | | |
| LOMA BONITA | 509.9641695 | 168.8318599 | 346.7094994 | 154.51972 | 194.0360933 | 135.7943103 | 119.7822224 | 259.7796407 | | | | | | | | | |
| OAXACA DE JUAREZ | 206.5966123 | 65.05650498 | 184.7256594 | 97.17409583 | 73.12618497 | 73.2533545 | 70.05176638 | 150.5385056 | | | | | | | | | |
| SANTIAGO PINOTERA NACIONAL | 429.5550078 | 200.0648365 | 265.5402461 | 102.6396909 | 228.5046165 | 113.2189795 | 113.297165 | 159.3321204 | | | | | | | | | |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 164.4164375 | 117.4497902 | 85.45611311 | 57.68592062 | 130.8448459 | 64.6884824 | 107.8005973 | 233.5030524 | | | | | | | | | |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 452.7582973 | 148.5761576 | 315.5471317 | 143.0699517 | 169.7041296 | 123.9786419 | 110.2300055 | 239.3422666 | | | | | | | | | |
| ASUNCION NOCHIXTLAN | 123.3293252 | 79.21567243 | 138.5339279 | 81.44609937 | 88.79352122 | 56.30581161 | 90.31819931 | 196.4796775 | | | | | | | | | |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 185.3345441 | 112.4556191 | 137.0227051 | 75.83098159 | 126.246275 | 61.68905258 | 105.4381513 | 228.4343518 | | | | | | | | | |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 590.512341 | 196.6650136 | 390.6914265 | 169.6330409 | 226.2991488 | 151.8399137 | 100.8460886 | 159.1778666 | | | | | | | | | |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 266.6873597 | 141.2794335 | 151.6099097 | 63.30359711 | 161.4452045 | 78.63586613 | 118.6131496 | 223.3294217 | | | | | | | | | |
| SALINA CRUZ | 562.1021764 | 187.7020502 | 371.8437079 | 163.8740494 | 214.0624336 | 145.795608 | 96.27166693 | 133.4503984 | | | | | | | | | |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 741.7024455 | 250.6750951 | 472.8682619 | 197.8403979 | 288.9955928 | 183.1156261 | 125.2062683 | 213.014618 | | | | | | | | | |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 690.6157539 | 232.8425052 | 445.4312416 | 188.5385298 | 268.7407655 | 172.9566749 | 121.6717346 | 203.7155084 | | | | | | | | | |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 512.1424228 | 170.9307095 | 348.7164214 | 140.3414521 | 196.8426519 | 136.1649847 | 76.24075771 | 89.22245391 | | | | | | | | | |
| IXTLAN DE JUAREZ | 365.3845582 | 118.8373795 | 267.0320169 | 126.8376454 | 135.5595661 | 106.0065342 | 93.2976786 | 201.9360629 | | | | | | | | | |
| CIUDAD IXTEPEC | 592.6822256 | 198.3374362 | 391.6509008 | 170.204393 | 228.2080096 | 152.588099 | 101.3881815 | 160.4236081 | | | | | | | | | |
| VILLA DE ETILA | 190.9967986 | 57.18326254 | 173.2812188 | 94.11299322 | 63.3255052 | 70.14019324 | 73.70204244 | 158.7447965 | | | | | | | | | |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 536.7686366 | 168.4066145 | 357.4468834 | 153.6651046 | 193.5447238 | 140.8970397 | 69.622257394 | 46.18139467 | | | | | | | | | |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 594.6989729 | 193.9757246 | 385.649752 | 170.4431656 | 229.1663899 | 153.108949 | 99.54360563 | 126.8246647 | | | | | | | | | |

Tabla A.8g. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).

| Posible concentradora | Costo en U.E. (Unidades de Envío) de enviar una unidad de una concentradora a una oficina | | | |
|-----------------------------|---|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| | SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | EL BARRIO DE LA SOLEDAD | PUTLA VILLA GUERRERO | SAN AGUSTIN ETLA |
| ZIMATLAN DE ALVAREZ | 186.4986103 | 424.6890359 | 175.0919266 | 92.68102645 |
| TLACOLULA DE MATAMOROS | 145.7598762 | 318.8894416 | 144.501482 | 66.68593366 |
| EL BARRIO DE LA SOLEDAD | 94.84997145 | 50.09240887 | 252.8400792 | 161.49922202 |
| LOMA BONITA | 174.6774085 | 248.3463059 | 214.7111253 | 130.2101429 |
| OAXACA DE JUAREZ | 157.9110776 | 357.5456202 | 129.7443731 | 54.13393402 |
| SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL | 204.6612481 | 529.4870656 | 92.44905259 | 159.2439007 |
| H. CD. DE HUAJUAPAN DE LEON | 230.1722598 | 518.7770309 | 98.34169295 | 100.6839523 |
| SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC | 184.564948 | 272.1152629 | 199.0270944 | 116.2675715 |
| ASUNCION NOCHITLAN | 198.0007784 | 443.6145682 | 105.9879838 | 75.02204486 |
| HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO | 222.3538296 | 508.5523586 | 68.17517686 | 97.9922316 |
| JUCHITAN DE ZARAGOZA | 73.35575797 | 107.088698 | 237.9820507 | 147.7687336 |
| SANTIAGO JUXTLAHUACA | 250.529872 | 566.8967471 | 56.87024667 | 118.3276947 |
| SALINA CRUZ | 54.59111025 | 139.4182417 | 229.0485525 | 140.9940295 |
| SAN PEDRO TAPANATEPEC | 122.875189 | 182.6840043 | 280.7853892 | 185.0075742 |
| MATIAS ROMERO AVENDAÑO | 114.4998196 | 100.9807266 | 266.5416761 | 172.4771851 |
| SAN PEDRO MIXTEPEC | 139.8701856 | 383.1585195 | 148.9073788 | 128.7017935 |
| IXTLAN DE JUAREZ | 183.931136 | 410.7361194 | 174.1554923 | 92.4366476 |
| CIUDAD IXTEPEC | 78.42290887 | 102.135306 | 238.4001516 | 148.4563424 |
| VILLA DE ETLA | 166.8536766 | 369.4519039 | 125.2207062 | 49.52824594 |
| SAN PEDRO POCHUTLA | 114.2600274 | 314.7939637 | 175.7880432 | 127.4273802 |
| SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC | 46.12154997 | 164.8818525 | 230.2619174 | 148.6819221 |

Tabla A.8h. Matriz de costos en unidades de envío (U.E.).