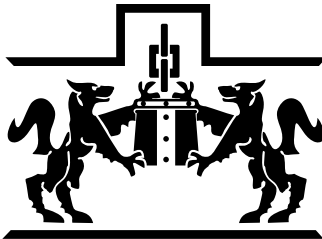


UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

Estudio con reconocimiento de validez oficial por decreto presidencial
del 3 de abril de 1981



LA VERDAD
NOS HARÁ LIBRES

**UNIVERSIDAD
IBEROAMERICANA**

CIUDAD DE MÉXICO ®

**“DESARROLLO DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA DISEÑAR
EL MODELO LOGÍSTICO DE LACRM LABORATORIO
DE REFERENCIA EN SU EXPANSIÓN EN LA REPÚBLICA MEXICANA”**

ESTUDIO DE CASO

Que para obtener el grado de

MAESTRA EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Presenta:

NORA MARCELA BRAVO MONTEMAYOR

Director: Mtro. Edgar Ortiz Loyola Rivera Melo

Lector: Mtro. José Luis Urrusti Alonso

Ciudad de México

2018

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
3.	MARCO TEÓRICO.....	6
3.1.	ESTRATEGIA.....	6
3.2.	LAS 5 FUERZAS COMPETITIVAS.....	9
3.2.1.	RIVALIDAD ENTRE LOS COMPETIDORES EXISTENTES.....	10
3.2.2.	EL PODER DE LOS CLIENTES.....	11
3.2.3.	EL PODER DE LOS PROVEEDORES.....	11
3.2.4.	LA AMENAZA DE NUEVOS JUGADORES.....	12
3.2.5.	LA AMENAZA DE PRODUCTOS O SERVICIOS SUSTITUTOS.....	12
3.3.	ANÁLISIS FODA.....	12
3.3.1.	FUERZAS.....	13
3.3.2.	DEBILIDADES.....	13
3.3.3.	OPORTUNIDADES.....	13
3.3.4.	AMENAZAS.....	14
3.3.5.	IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS FODA.....	15
3.4.	ANÁLISIS GIDA.....	15
3.5.	TOMA DE DECISIONES.....	16
3.5.1.	ESTILOS.....	17
3.5.2.	HERRAMIENTAS PARA TOMAR DECISIONES.....	17
3.5.2.1.	EXAMINACIÓN CRÍTICA.....	17
3.6.	LOGÍSTICA.....	17
3.7.	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.....	18
3.8.	PROGRAMACIÓN LINEAL.....	18
3.9.	MODELOS DE TRANSPORTACIÓN.....	19
3.10.	MODELOS DE RED.....	19
3.10.1.	ALGORITMO DIJKSTRA.....	19
3.10.2.	ALGORITMO FLOYD.....	20
3.10.3.	GRÁFICOS DE BURBUJA.....	21
4.	DESCRIPCIÓN DE HECHOS.....	21
4.1.	SITUACIÓN ACTUAL DE LACRM.....	21
4.2.	CONTEXTO SOCIODEMOGRÁFICO.....	24
4.3.	SITUACIÓN CLÍNICA DE MÉXICO.....	25
4.4.	SISTEMAS DE SALUD EN MÉXICO.....	26
4.5.	MEDICINA PREVENTIVA.....	26
4.6.	ENFERMEDADES EN MÉXICO.....	27
4.6.1.	DIABETES TIPO I.....	27
4.6.2.	HIPERTENSIÓN.....	27
4.6.3.	OBESIDAD Y SOBREPESO.....	27
4.6.4.	CÁNCER.....	28
4.6.5.	ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES.....	28
4.7.	LABORATORIOS CLÍNICOS EN MÉXICO.....	28
4.8.	LABORATORIOS DE REFERENCIA.....	30
4.9.	TURISMO MÉDICO.....	31
4.10.	FUERZAS COMPETITIVAS A LAS QUE SE ENFRENTA LACRM.....	32

4.10.1.	COMPETIDORES DE LA INDUSTRIA	32
4.10.2.	PROVEEDORES	33
4.10.3.	COMPRADORES	34
4.10.4.	SUSTITUTOS	35
4.10.5.	PARTICIPANTES POTENCIALES	35
4.11.	ANÁLISIS FODA DE LACRM	35
4.12.	ESTRATEGIA DE LACRM	38
4.13.	TRANSPORTE DE MUESTRAS CLÍNICAS	38
4.14.	MEDIOS DE TRANSPORTE	39
4.15.	EMPRESAS DE MENSAJERÍA	40
4.16.	CAPACITACIÓN	40
5.	PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES	41
5.1.	ANÁLISIS GIDA DE LACRM	41
5.2.	CIUDADES META	42
5.3.	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	44
5.4.	ENVÍO DE MUESTRAS A LACRM	47
5.5.	MEDIOS DE TRANSPORTE	49
5.6.	CAPACITACIÓN	51
6.	SOLUCIÓN ELEGIDA	54
6.1.	CIUDADES META	54
6.2.	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	56
6.3.	ENVÍO DE MUESTRAS A LACRM	66
6.4.	MEDIOS DE TRANSPORTE	70
6.5.	EQUIPOS Y CAPACITACIÓN PARA EL USO DEL TRANSPORTE	71
7.	CONCLUSIONES	71
8.	RECOMENDACIONES	73
9.	ANEXOS	73
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES DE DATOS	74

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, desarrollado en forma de estudio de caso, propone una solución para diseñar un modelo logístico que apoye en la operación de un Laboratorio Clínico de Referencia, definiendo el método por el que se transportarán las muestras de forma que lleguen oportunamente, íntegras y con los menores costos posibles a su destino.

La necesidad planteada por LACRM (Laboratorio de Análisis Clínicos de Referencia de México) es incrementar su presencia en la República Mexicana dando servicio a un mayor número de ciudades.

Para lograr lo anterior, se presenta un proyecto conformado por una estrategia comercial, la elección de un modelo logístico, la propuesta de una plataforma tecnológica que ofrezca apoyo en las operaciones diarias y que facilite la comunicación y la asignación de rutas de mensajería, así como un plan de contingencia para atender cualquier evento no previsto.

La estructura se divide en:

- Definición del Problema. - Este apartado describe los elementos que se requieren para cumplir con las necesidades de LACRM.
- Marco Teórico. - En esta sección se desarrollan los conceptos que serán útiles como herramientas para la propuesta de la solución.
- Descripción de Hechos. - En esta parte se trata, brevemente, la situación actual de LACRM, el contexto sociodemográfico y la situación clínica de México, además de enfocar a LACRM algunos de los temas que se desarrollaron en el marco teórico.
- Definición de Soluciones Plausibles. - Este apartado describe las alternativas para solucionar el problema al que se enfrenta LACRM.

- Conclusiones. - En esta sección se propone una solución para el problema.
- Recomendaciones. - Finalmente se realizan sugerencias para la implementación.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

LACRM ha decidido ampliar sus operaciones, las cuales incluyen la recolección de muestras, a un mayor número de ciudades en la República Mexicana.

LACRM tiene una cobertura actualmente en 26 Estados. Sin embargo, da servicio a muy pocos laboratorios que han llegado a ellos por recomendaciones, lo cual permite pensar que no han captado realmente el mercado. Actualmente tiene el interés de expandir sus operaciones a un mayor número de localidades. Por esta razón, LACRM propuso inicialmente una expansión a 90 ciudades en la República Mexicana, contemplando los siguientes puntos para la selección de dichas ciudades:

- Las muestras deben transportarse en menos de 24 h para mantener su confiabilidad. Este transporte puede ser terrestre o aéreo. Es indispensable evaluar la conectividad de estas ciudades para asegurar que no tengan ningún problema en el recorrido. Los 2,457 municipios del país se encuentran dispersos y sería muy difícil tratar de llegar a todos en un solo intento, por lo cual es necesario realizar una selección de municipios en los que LACRM se debe enfocar.
- Los 2,457 municipios del país tienen condiciones socioeconómicas muy distintas. Esto se debe tomar en cuenta, ya que el mercado objetivo de LACRM son laboratorios clínicos, clínicas y hospitales privados de costos medio y alto.

- Las muestras clínicas deben transportarse en el menor tiempo posible para evitar que se dañen. Por esta razón el modelo logístico que se elija debe buscar optimizar el tiempo de transporte.
- Las muestras deben viajar bajo ciertas condiciones, dependiendo de su naturaleza.
- De acuerdo a la información proporcionada por LACRM, el costo de un mensajero en motocicleta al mes es de \$15,000, lo cual representaría un nivel de ventas de \$100,000. La base de laboratorios que atiende un mensajero regularmente es de 10. Además, se reciben llamadas de aproximadamente 15 laboratorios más que solicitan una recolección.

Por lo anterior se realizará un análisis de la posición actual de LACRM en el mercado, con el fin de desarrollar y proponer estrategias que permitan definir el modelo logístico que ayude a LACRM a brindar servicio a una mayor cantidad de ciudades y optimizar los costos, ofreciendo un servicio de calidad a sus clientes, por medio de resultados confiables y precisos, y diferenciándose de sus competidores y nuevos participantes que pudieran surgir al incluir la recolección de muestras como parte del servicio.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ESTRATEGIA

Según Arthur Thompson, A.J. Strickland y John Gamble en el libro *Crafting and Executing Strategy* (2010); p.p. 6 y 7 [25], la estrategia de una compañía consiste en los movimientos competitivos y enfoques de negocio que los gerentes emplean para hacer crecer el negocio, atraer y satisfacer a los clientes, competir exitosamente y lograr los objetivos de desempeño organizacional. En una misma industria, las compañías pueden elegir enfoques estratégicos distintos: algunos optan por ampliar la línea de productos, otras en reducir la

línea de productos, algunas deciden diversificarse y otras enfocarse en un solo mercado, por ejemplo.

Una compañía alcanza una ventaja competitiva sostenible cuando un número atractivo de compradores prefiere sus productos o servicios sobre los de la competencia y cuando la base para esta preferencia es durable.

De acuerdo con Michael Porter en su artículo “What is Strategy” en la revista “Harvard Business Review” (1996) [22], estrategia es la creación de una posición única y valiosa, involucrando un conjunto diferente de actividades. La posición estratégica puede surgir de tres diferentes enfoques:

- Satisfacer pocas necesidades de muchos clientes
- Satisfacer amplias necesidades de pocos clientes
- Satisfacer amplias necesidades de muchos clientes en un mercado pequeño.

Algunas actividades competitivas son incompatibles; por lo tanto, se pueden obtener ganancias en un área a cambio de sacrificarlas en otra área.

Es importante que las actividades de una empresa se refuercen unas a otras y estén alineadas.

Las compañías deben ser flexibles para responder rápidamente a los cambios del mercado y de la competencia. Deben desarrollar ventajas competitivas para mantenerse por delante de los rivales. El posicionamiento, que alguna vez fue la parte más importante de la estrategia, hoy se considera demasiado estático para satisfacer a los mercados dinámicos de la actualidad y a los cambios tecnológicos. Los rivales pueden copiar fácilmente cualquier posicionamiento.

Hay una gran diferencia entre efectividad operativa y estrategia. Se han creado varias herramientas para mejorar la efectividad operativa. Algunos ejemplos son:

- Gestión total de calidad
- Análisis comparativo del mercado (benchmarking)
- Subcontratación
- Reingeniería de procesos

Estas herramientas son necesarias. Sin embargo, no contribuyen a lograr una rentabilidad sustentable. Las compañías deben establecer una diferencia entre éstas y sus competidores, ya sea entregar un valor agregado a sus clientes u ofrecer un costo menor. La diferenciación surge de la selección de las actividades que va a desempeñar la compañía y del modo que lo hará para entregar una mezcla única de valor a sus clientes.

Como mencionan David J. Collis y Michael G. Rukstad en el artículo “Can you say what your strategy is?” (2008) [5], una declaración de estrategia debe contar con tres elementos: objetivo, alcance y ventajas. Se debe definir la posición que se quiere lograr y el tiempo para hacerlo; debe definir qué mercados atenderá y qué tipo de servicios brindará; y lo más importante es que debe definir qué hará diferente a sus competidores, cuál será el valor agregado y por qué los clientes deben elegir sus productos o servicios.

Para definir las estrategias es importante conocer la posición de la empresa a través de sus fuerzas competitivas y realizar un análisis de sus fuerzas, oportunidades, debilidades y amenazas para tomar acciones por medio del análisis GIDA.

3.2. LAS 5 FUERZAS COMPETITIVAS

Como mencionan Arthur Thompson, A.J. Strickland y John Gamble en el libro *Crafting and Executing Strategy* (2010); p.p. 56, 57 [25], todas las compañías se encuentran en un ambiente delineado por influencias que emanan de condiciones económicas, demografía, valores, modos de vida, legislaciones y regulaciones, tecnología y el entorno competitivo y de la industria. El macroambiente de una compañía incluye todos los factores relevantes e influencias fuera de las fronteras de la empresa. Sin embargo, los factores y fuerzas en este macroambiente que tienen el mayor impacto son el ambiente competitivo y de la industria.

En 1979, Michael E. Porter habló por primera vez sobre las 5 fuerzas competitivas que moldean una estrategia. Esto se retomó y se publicó en la revista *Harvard Business Review* bajo el nombre “The Five Competitive Forces that shape Strategy” (2008) [21]. Para entender la competencia en la industria y la rentabilidad, se debe analizar la estructura de la industria a través de las 5 fuerzas competitivas (ver Imagen 1):

- Rivalidad entre los competidores existentes
- El poder de los clientes
- El poder de los proveedores
- La amenaza de nuevos jugadores
- La amenaza de productos o servicios sustitutos

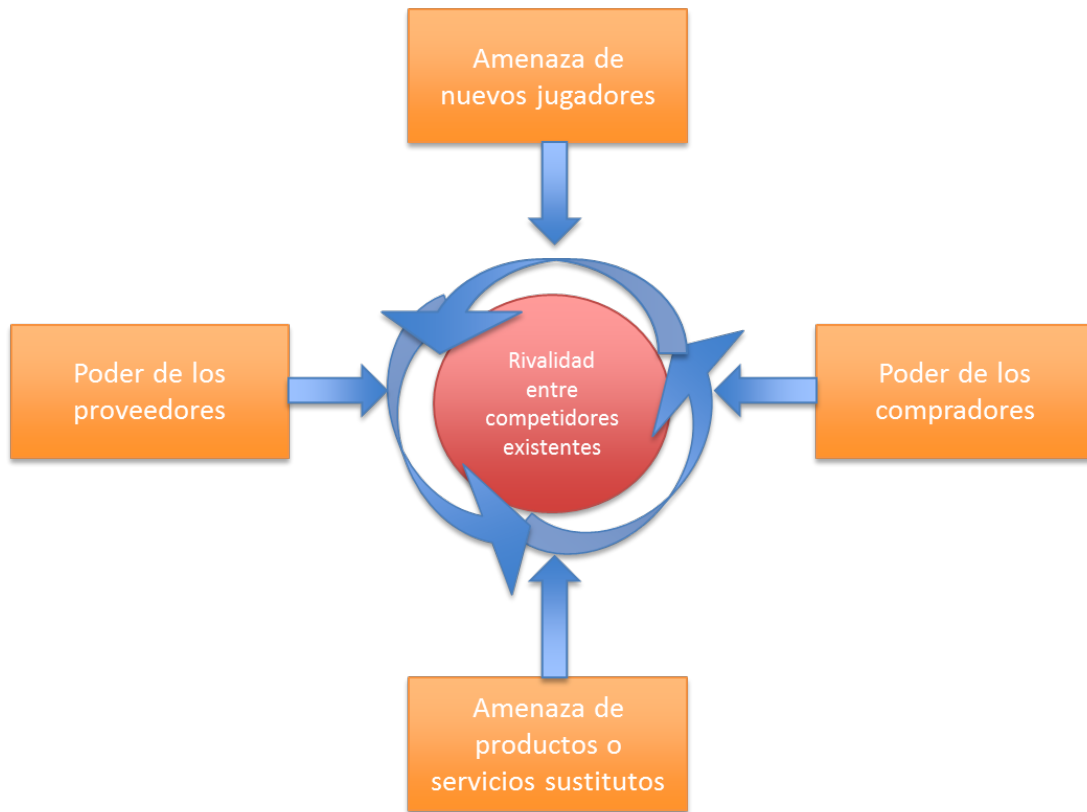


IMAGEN 1.
Las 5 fuerzas competitivas de Porter

Si las fuerzas son intensas, casi ninguna compañía gana atractivos retornos; si las fuerzas son débiles, casi todas las compañías son muy rentables.

Si se toman en cuenta las fuerzas competitivas, entonces se puede anticipar e influenciar a la competencia. Entender la estructura de la industria es esencial para llegar a un posicionamiento estratégico efectivo.

3.2.1. RIVALIDAD ENTRE LOS COMPETIDORES EXISTENTES

La rivalidad entre los competidores puede traer descuentos en el precio, introducciones de nuevos productos, campañas de publicidad y mejoras en el servicio. Esto limita la rentabilidad de la industria. La intensidad de la rivalidad se incrementa si los competidores

son muchos y de tamaño similar, si el crecimiento de la industria es lento, si las barreras de salida son altas, si los rivales están comprometidos con el negocio y tienen aspiraciones de liderazgo.

La competencia de precios existe cuando los productos o servicios de los competidores son idénticos y un cambio no representa costos adicionales para los clientes, los costos fijos son altos y los márgenes son pequeños, cuando los productos son perecederos.

3.2.2. EL PODER DE LOS CLIENTES

Los clientes con mayor poder pueden obligar a las empresas a recortar precios, mejorar su calidad y servicio y enfrentando a los diferentes proveedores.

Es más fácil que un cliente o grupo de clientes pueda negociar a su favor si son pocos, si tienen un volumen alto de compra, los productos no son diferenciados, no enfrentan costos adicionales por cambiar de proveedor, tienen la capacidad de integrar el negocio, si el producto representa la mayor proporción de su estructura de costo, o si tienen presión de recortar costos para elevar el margen de utilidad.

3.2.3. EL PODER DE LOS PROVEEDORES

Los proveedores con poder suelen fijar costos altos, ofrecer una calidad o servicios limitados, disminuyendo la rentabilidad de la industria. A menudo las compañías no pueden transmitir esto a sus clientes, teniendo que absorber los costos, la baja calidad o el deficiente servicio. En cambio, si una industria representa una proporción alta de las ventas de un proveedor, éste buscará proteger el negocio recortando precios y ofreciendo un mejor servicio y calidad.

3.2.4. LA AMENAZA DE NUEVOS JUGADORES

Las barreras de entrada son obstáculos para los nuevos jugadores. Existen varios tipos: economías de escala de los jugadores actuales, los clientes actuales prefieren los productos y servicios de compañías que tienen muchos clientes, costos de cambiar de proveedor, requerimientos de capital, ventajas de los jugadores existentes por parte de los proveedores, menor acceso a los canales de distribución, requerimientos legales.

3.2.5. LA AMENAZA DE PRODUCTOS O SERVICIOS SUSTITUTOS

Los sustitutos de algún producto o servicio pueden estar en cualquier lugar, aunque algunas veces no se observan porque parecen ser muy diferentes al producto o servicio original. Cuando la amenaza de productos sustitutos es alta, la rentabilidad de la industria se ve afectada. Las industrias deben distanciarse de los sustitutos a través del desempeño de sus productos o servicios, mercadotecnia o de cualquier forma para tener un potencial de crecimiento. Es fácil que un sustituto compita si el costo de cambiar es bajo para el cliente.

3.3. ANÁLISIS FODA

Según Arthur Thompson, A. J. Strickland y John Gamble en el libro *Crafting and Executing Strategy* (2010); p.p . 102 – 116 [25], para evaluar si la estrategia actual de una compañía está funcionando, debe evaluar si ésta ha hecho movimientos para mejorar su posición competitiva y desempeño. La mejor evidencia cuantitativa de qué tan bien funciona la estrategia es con la medición de los resultados: si está logrando sus objetivos financieros y estratégicos y tiene un desempeño mejor que la media de su industria.

El análisis FODA (Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) provee un buen resumen sobre si la situación general de la compañía es saludable o no. Provee las bases para

definir una estrategia que capitalice los recursos de la compañía, capture las mejores oportunidades y se defienda en contra de las amenazas.

3.3.1. FUERZAS

Las fuerzas o competencias son aquello que una compañía hace bien o un atributo que refuerza su competitividad en el mercado. Pueden ser habilidades, áreas de experiencia, capacidades importantes competitivamente, activos físicos, activos humanos y capital intelectual, activos organizacionales de valor, activos intangibles, logros que pongan a la compañía en una posición ventajosa en el mercado, alianzas competitivas o de cooperación.

3.3.2. DEBILIDADES

Una debilidad o deficiencia competitiva es aquello que le hace falta a una compañía o que no hace muy bien (en comparación con otras), una condición que pone en desventaja a la compañía en el mercado. Una debilidad de la compañía se puede relacionar con habilidades, experiencia o capital intelectual inferiores en áreas importantes competitivamente en el negocio, deficiencias en activos, físicos, organizacionales o intangibles.

3.3.3. OPORTUNIDADES

Los gerentes no pueden adaptar la estrategia apropiadamente sin identificar las oportunidades del mercado y estimando el crecimiento y ganancias potenciales de cada una. Las oportunidades para una empresa pueden ser abundantes o escasas, fugaces o duraderas, y pueden ser atractivas, apenas interesantes o no convenientes. No todas las compañías tienen los recursos para perseguir las oportunidades que existen en su industria. Se deben elegir las

que se puedan combinar bien con las capacidades financieras y organizacionales y que ofrezcan el mayor crecimiento y rentabilidad para presentar el mayor potencial para una ventaja competitiva.

3.3.4. AMENAZAS

Ciertos factores en un ambiente externo a la compañía suponen amenazas a su rentabilidad, competitividad y perspectivas de crecimiento. Las amenazas pueden originarse de emergencias o tecnologías más baratas o mejores, productos mejorados de los competidores, la entrada de competidores de bajo costo, regulaciones, incremento en tasas de interés, situaciones demográficas no favorables, cambios en el tipo de cambio, situación política. La dirección debe identificar las amenazas de una compañía para evaluar las acciones estratégicas que se deben tomar para neutralizar su impacto.



IMAGEN 2.
Esquema de Análisis FODA

3.3.5. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS FODA

Lo más importante del análisis FODA es traducir las conclusiones en acciones para encaminar la estrategia a las fuerzas y oportunidades del mercado, corregir las debilidades importantes y defenderse en contra de las amenazas.

Las fuerzas y debilidades son características internas de la organización; mientras que las oportunidades y amenazas se detectan fuera de la organización. Por esta razón, frecuentemente este análisis es llamado “Análisis Interno-Externo”.

3.4. ANÁLISIS GIDA

El análisis FODA no tiene mucha utilidad si no se definen estrategias. Como menciona Kylah en su artículo “SWOT Analysis – Making Business Strategy Easy” publicado en el sitio Zest e-biz [11] y James Manktelow en su artículo “Using the TOWS Matrix. Developing Strategic Options from an External-Internal Analysis”, publicado en el sitio Mind Tools [13], el análisis GIDA, llamado así por sus siglas en inglés (go, improve, defend, avoid) o análisis TOWS, cuyo nombre también viene del inglés (threats, opportunities, weaknesses and strengths) consiste en:

- Ir por las fuerzas y oportunidades: usar las fuerzas para tomar ventajas de las oportunidades
- Mejorar las debilidades y oportunidades: usar las oportunidades para combatir las debilidades que estás experimentando.
- Defender las fuerzas de las amenazas de los competidores: tomar ventaja de las fuerzas y evitar amenazas reales y potenciales.

- Evitar las debilidades y amenazas: minimizar debilidades y evitar amenazas.

Al analizar el ambiente externo (amenazas y oportunidades), y el ambiente interno (fuerzas y debilidades), se puede utilizar esta técnica para pensar en la estrategia de la organización entera, un departamento o un equipo.

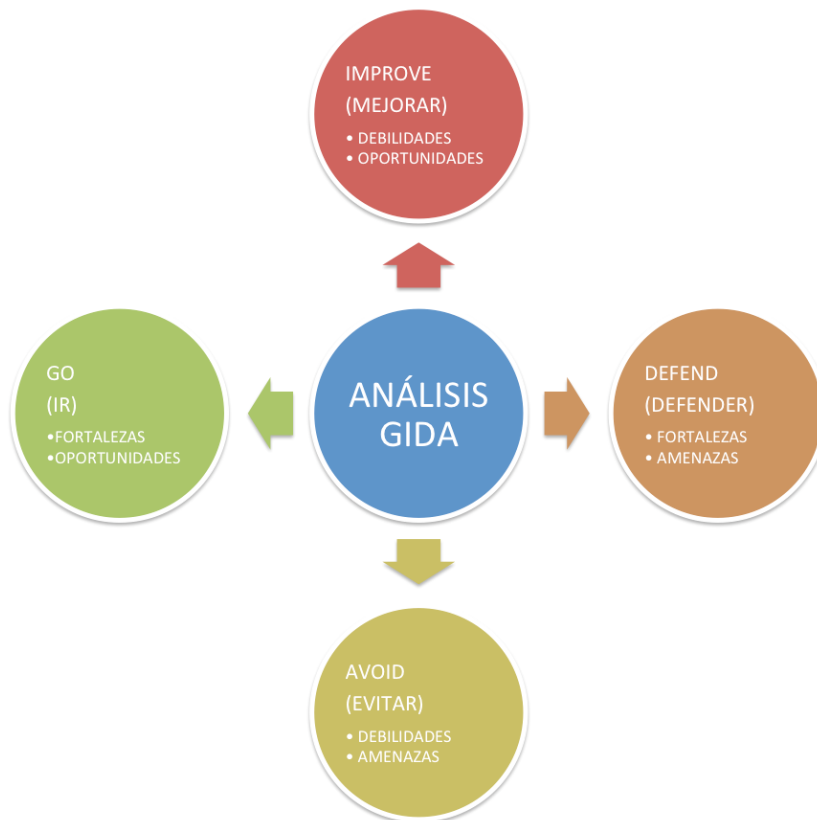


IMAGEN 3.
Esquema de Análisis GIDA

3.5. TOMA DE DECISIONES

Como describe Murali Chemuturi en el libro *Mastering IT Project Management* (2013); p.p. 241 – 253 [4], las decisiones son parte de la vida diaria. La toma de decisiones consiste en elegir entre alternativas diferentes en un ambiente volátil, mientras se puede tener información incompleta o no confiable acerca del escenario y con resultados impredecibles. Aunque los individuos pueden tener su propio estilo de toma de decisiones, el conocimiento

de los estilos de toma de decisiones da la flexibilidad para adoptar el estilo que sea más adecuado para un determinado escenario.

3.5.1. ESTILOS

Existen varios estilos de toma de decisiones. Uno de ellos es el analítico, el cual implica llevar a cabo un análisis cuidadoso, donde se consideren todas las posibles alternativas con sus costos y resultados posibles. Se utiliza por gente con menor experiencia.

3.5.2. HERRAMIENTAS PARA TOMAR DECISIONES

Existen varias herramientas y técnicas desarrolladas en un periodo de tiempo para mejorar la calidad de la toma de decisiones y para reducir la dependencia de la capacidad individual para llegar a una buena decisión. Para este estudio, nos basaremos en la herramienta de examinación crítica.

3.5.2.1. EXAMINACIÓN CRÍTICA

La examinación crítica es una herramienta excelente para traer mayor claridad al escenario y para evaluar las alternativas disponibles. Se basa en preguntar qué, por qué, cómo, dónde, cuándo, quién, qué más, qué se debería hacer. Esta herramienta se puede utilizar sola o en combinación con alguna otra.

3.6. LOGÍSTICA

Según Jaime Beltrán en su artículo “La gestión logística como factor de competitividad” (2012) [1], la logística engloba las actividades que facilitan la accesibilidad y conectividad

de las empresas con sus clientes y proveedores. Las empresas, para ser competitivas, requieren relacionarse con otras empresas, profesionales o clientes.

La gestión logística consiste en planificar, implementar y controlar el flujo de productos y manejar la información relacionada con este proceso.

La logística es un factor crucial para las empresas, ya que contribuye a la satisfacción de los clientes y disminución de costos.

El aumento progresivo de la externalización de las actividades logísticas de las empresas, la globalización, el aumento del comercio electrónico y el desarrollo de nuevas tecnologías han facilitado el crecimiento de los mercados. Es por esto que la gestión logística es un elemento fundamental para las empresas.

3.7. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Según Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman en el libro “Operations Research” (1974) p.p. 2 y 3 [9], la investigación de operaciones es una propuesta científica para la toma de decisiones que involucra las operaciones de sistemas organizacionales. La investigación de operaciones se basa en el método científico; el proceso comienza al observar y formular el problema, para después construir un modelo científico que extraiga la esencia del problema real.

3.8. PROGRAMACIÓN LINEAL

Como mencionan los mismos autores (p.p. 15 y 16), la programación lineal es una herramienta que busca resolver problemas que consisten en asignar, de la mejor manera, recursos limitados a actividades que compiten entre ellas.

La programación lineal usa modelos matemáticos para describir el problema en cuestión. Todas las funciones involucradas en el problema deben ser lineales. La programación lineal involucra la planeación de actividades para obtener un resultado óptimo entre las alternativas posibles.

3.9. MODELOS DE TRANSPORTACIÓN

Según Hamdy Taha en su libro “Introducción a la Investigación de Operaciones” (2007); p. 193 [24], los modelos de transportación son una clase especial de programas lineales que buscan resolver el envío de un artículo desde un origen a un destino. El objetivo es disminuir los costos de transportación al mismo tiempo que satisfacen límites de suministro y demanda. Estos modelos fueron diseñados desde los comienzos de la Investigación de Operaciones.

3.10. MODELOS DE RED

Como Taha explica (p.p. 235 - 258) [24], los modelos de red consisten en encontrar la manera más eficiente de enlazar un número de ubicaciones, encontrar la ruta más corta, determinar el flujo mínimo de costos o el flujo máximo de mercancías.

Existen dos algoritmos normalmente utilizados para resolver redes cíclicas y acíclicas:

3.10.1. ALGORITMO DIJKSTRA

El algoritmo de Dijkstra es diseñado para determinar las rutas más cortas entre un nodo fuente y cualquier otro nodo en la red. Si u_i es la distancia más corta del nodo 1 al nodo i , y se define d_{ij} (≥ 0) como la longitud del arco (i, j) , entonces el algoritmo define la etiqueta del siguiente nodo j como

$$[u_j, i] = [u_i + d_{ij}, i], d_{ij} \geq 0.$$

Ecuación 3.10.1.1.

La etiqueta para el primer nodo es $[0, -]$, lo cual indica que el nodo no tiene predecesor. Los nodos en el algoritmo de Dijkstra son de dos tipos: temporales y permanentes. Una etiqueta temporal es modificada si se encuentra una ruta más corta. Si no se encuentra una mejor ruta la etiqueta se vuelve permanente, como muestra la imagen 2.

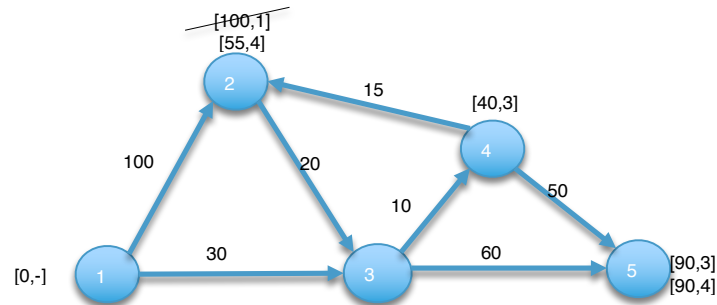


IMAGEN 4.
Esquema del algoritmo Dijkstra

En la primera iteración se asigna la etiqueta permanente $[0, -]$ al nodo 1. En la segunda iteración se buscan los nodos que pueden ser alcanzados a partir del primero y se asignan etiquetas temporales. Entonces se identifica con cuál de esos nodos se alcanza la ruta más corta y se le asigna una etiqueta permanente. Las siguientes iteraciones se realizan a partir de las etiquetas permanentes que van estableciéndose.

3.10.2.ALGORITMO FLOYD

El algoritmo Floyd es más general que el Dijkstra porque determina la ruta más corta entre dos nodos en la red. El algoritmo representa una red de n número de nodos, como una matriz cuadrada de $n \times n$. La entrada (i, j) de la matriz arroja la distancia d_{ij} del nodo i al nodo j , como muestra la imagen 5.

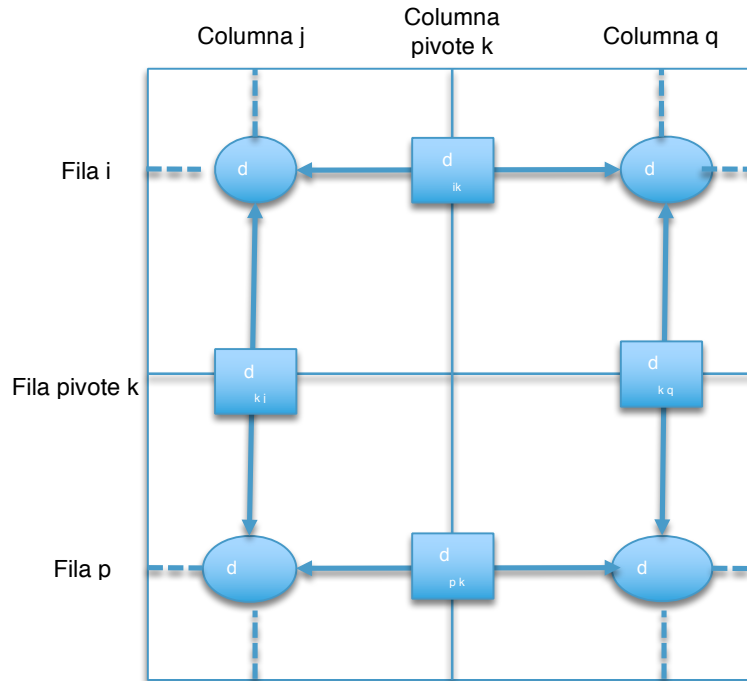


IMAGEN 5.
Esquema del algoritmo Floyd

3.10.3. GRÁFICOS DE BURBUJA

Los gráficos de burbuja son una representación de tres dimensiones. Es una variante del gráfico de dispersión, aunque los puntos son reemplazados por burbujas. El tamaño de las burbujas representa la tercera dimensión de datos. Las otras dos dimensiones se representan en los ejes X y Y.

4. DESCRIPCIÓN DE HECHOS

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LACRM

LACRM (Laboratorios de Análisis Clínicos de Referencia de México) es una empresa mexicana, fundada en 1968 por investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” que también pertenecieron al grupo de co-fundadores de Médica Sur.

La visión de LACRM es “Ser el mejor laboratorio de referencia en la República Mexicana, logrando consolidarnos como la mejor opción para nuestros clientes, transmitiéndoles la confianza necesaria para ser considerados como sus socios en la solución de sus necesidades de referencia”.

La misión de LACRM es: “Ser un laboratorio de Análisis Clínicos de Referencia que ofrece a hospitales clínicas y laboratorios, apoyo en el diagnóstico de sus pacientes a través de un servicio de calidad, respaldado por un equipo humano, comprometido y experimentado, que emplea la más avanzada tecnología para garantizar la confiabilidad de sus resultados”.

Las instalaciones de LACRM se encuentran ubicadas en el sur de la Ciudad de México (CDMX). Actualmente el personal de mensajería de LACRM acude a recolectar muestras en la CDMX y Área Metropolitana, Toluca, Puebla, Pachuca, Querétaro y Cancún. Para los laboratorios en otras zonas de la República Mexicana el cliente puede contratar a una empresa de paquetería comercial. LACRM tiene un convenio con Mensajería Mexicana, S.A. de C.V.

Una de las acciones que ha decidido implementar LACRM para cumplir con su visión de ser “el mejor laboratorio de referencia de la República Mexicana” es ampliar sus operaciones (incluyendo la recolección) a un mayor número de ciudades, inicialmente en 90. Sin embargo, debe tomar en cuenta que las localidades que elija deben ser lo suficientemente rentables ; es decir, que el beneficio potencial de haber elegido estas ciudades sea mayor a la inversión que se requerirá. Además, debe elegir un modelo logístico que minimice los costos y mantenga la integridad de las muestras. Asimismo, es importante contar con una plataforma tecnológica que ofrezca apoyo en las operaciones diarias y que facilite la comunicación y la asignación de rutas de mensajería. Al tener operaciones en ciudades dispersas, se debe contar

con un plan de contingencia que asegure que los clientes reciban el servicio a pesar de los incidentes que se pudieran presentar.

En este trabajo se desarrolla una estrategia para definir el modelo logístico que permita a LACRM brindar servicio a una mayor cantidad de ciudades y optimizar los costos; ofreciendo un servicio de calidad a sus clientes, por medio de resultados confiables y precisos, y diferenciándose de sus competidores y nuevos participantes que pudieran surgir, al incluir la recolección de muestras como parte del servicio.

Actualmente, LACRM tiene alrededor de 800 clientes (hospitales, clínicas y laboratorios de análisis clínicos) en toda la República Mexicana. Es importante mencionar que los servicios que brinda son exclusivamente de referencia, lo cual significa que sólo ofrecen sus servicios a otros laboratorios y no atienden al público de forma directa, por lo que no representan competencia alguna para sus clientes. LACRM ofrece resultados confiables, en algunos casos con entrega el mismo día, precios competitivos y atención personalizada. Gracias a las recomendaciones de sus clientes, ahora tienen algunos clientes en 26 estados, aunque no brindan el servicio de recolección en todos ellos.

El mercado principal de LACRM son laboratorios, hospitales y clínicas privadas.

LACRM se preocupa por mejorar la prevención y detección temprana de enfermedades en los pacientes, lo cual los llevará a tener una mejor calidad de vida; además sabe que “Detrás de cada muestra, existe un paciente preocupado por su salud”. Es por eso que cumple estrictamente con las Normas Oficiales Mexicanas que regulan el funcionamiento de los laboratorios de análisis clínicos: NOM-166-SSA1-1997 “Para la Organización y Funcionamiento de los Laboratorios Clínicos” y la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

“Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos Peligrosos Biológico – Infecciosos – Clasificación y Especificaciones de Manejo”.

Además, cuenta con la certificación ISO 15189:2007 desde mayo de 2013. Esta norma especifica los requerimientos para la calidad y competencia de los laboratorios médicos.

Entre los tipos de pruebas que LACRM realiza actualmente se encuentran: biología molecular, toxicología y monitoreo de fármacos, endocrinología y metabolismo, neonatología, química clínica general, inmunología e inmunoquímica, oncología, bacteriología, hematología y circulación, uroanálisis, parasitología, patología, microbiología sanitaria.

LACRM Laboratorios ha crecido a un ritmo constante y controlado y actualiza constantemente su tecnología con los fabricantes de equipo más importantes para garantizar un servicio de calidad a nivel internacional.

4.2. CONTEXTO SOCIODEMOGRÁFICO

Según el último Censo de Población y Vivienda (2010), realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [3], la República Mexicana tiene una población estimada de 112,336,538 habitantes distribuidos en 2,457 municipios.

La CDMX tiene 8.1 millones de habitantes en 16 delegaciones. Sin embargo, se considera que la Zona Metropolitana del Valle de México, con sus 76 municipios, cuenta con 20.1 millones de habitantes (representando casi el 18% de la población del país). Los estados de México, Morelos, Puebla, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala se encuentran a una corta distancia de la CDMX.

Según el Plan Integral de Medicina Preventiva del portal de Banobras (2010) [20], México se encuentra en un proceso evolutivo de transición demográfica, ya que se presenta

una disminución en la población infantil y un incremento en la población de adultos mayores. Esto ha propiciado un incremento sustancial de padecimientos crónico-degenerativos como diabetes, hipertensión arterial y obesidad, entre otros.

4.3. SITUACIÓN CLÍNICA DE MÉXICO

Según los censos del INEGI (2010) [3] y la Organización Panamericana de la Salud, en su sección “La Salud de México en Cifras” [12], la población de México creció 222% entre 1960 y 2010. (Ver Anexo 2). Este crecimiento puede ser explicado por la disminución de las tasas de mortalidad. A partir de los años setenta también disminuyó la tasa de natalidad, debido a las campañas de planificación familiar. Sin embargo, aunque ha disminuido la tasa de crecimiento, ésta sigue siendo positiva.

En México, la calidad de la salud está muy relacionada con el nivel socioeconómico de la población y está muy enfocada a la medicina curativa y no a la preventiva. Esto ha contribuido a varios padecimientos para la población.

De acuerdo a un artículo de A. Verástegui “La Situación de Salud en México” (2010) [27], la obesidad es el problema de salud más grave en México. Más del 69% de los adultos tienen sobrepeso. La obesidad puede desencadenar otras enfermedades como diabetes o enfermedades cardiovasculares. Si éstas se previenen a tiempo, se podrían evitar una gran cantidad de muertes.

Por lo anterior, el gobierno ha puesto en marcha campañas para mejorar la nutrición de la población mexicana.

4.4. SISTEMAS DE SALUD EN MÉXICO

Según el estudio “Clinical Diagnostics in Mexico” de McEvoy & Farmer (2007); pp. 9 - 12 [14], el sector público de salud en México es atendido por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y la Secretaría de Salud (SSA).

El Ejército, la Marina Armada, Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI; antes Instituto Nacional Indigenista) también ofrecen servicios de atención médica gratuita.

Además, aproximadamente el 5% de la población cuenta con un seguro médico privado.

Hasta el 2007, se estimaba que México gasta 6.2% del Producto Interno Bruto en salud y tiene alrededor de 107,000 camas de hospital. El 30% de las pruebas clínicas se hacen en laboratorios privados.

Se ha incrementado la participación de laboratorios privados a raíz de los problemas financieros de las instituciones públicas, principalmente del IMSS, el cual invierte grandes sumas de dinero en pensiones de jubilación y, por esta razón, no puede destinar suficiente presupuesto a la salud.

4.5. MEDICINA PREVENTIVA

De acuerdo al Plan Integral de Medicina Preventiva del portal de Banobras (2010) [20], la medicina preventiva es una herramienta fundamental para el desarrollo de la población, ya que contribuye a elevar la calidad de vida y promover el desarrollo humano. A un mayor nivel de salud, es mayor la posibilidad de que las personas desarrollen su potencial en los ámbitos personal y laboral.

4.6. ENFERMEDADES EN MÉXICO

Según Aline Juárez Nieto en su artículo “Las cinco enfermedades más comunes de los mexicanos” publicado en CNN México (2013) [10], en México, en los últimos años, las enfermedades crónico-degenerativas han sustituido a las enfermedades infecciosas como principales causas de muerte. Las principales enfermedades en México son:

4.6.1. DIABETES TIPO I

Esta enfermedad es consecuencia de que el páncreas no produce suficiente insulina, la cual regula el azúcar en la sangre. Se puede diagnosticar mediante un análisis de sangre. Es la primera causa de muerte en México. Se calculan 10,000,000 de defunciones anuales.

4.6.2. HIPERTENSIÓN

La hipertensión se refiere a tener una presión arterial alta. Es una causa de infartos al miocardio, accidentes cerebrovasculares o insuficiencia renal. Para detectarla es necesario medir la presión arterial varias veces en un periodo. Tiene una prevalencia del 43.2% en los adultos mexicanos.

4.6.3. OBESIDAD Y SOBREPESO

La obesidad y sobrepeso son una acumulación excesiva de grasa en el cuerpo. Se originan por un desequilibrio entre las calorías ingeridas y las calorías gastadas. Pueden ocasionar enfermedades cardiovasculares o diabetes, entre otras. En México 7 de cada 10 personas padecen la condición.

4.6.4. CÁNCER

El cáncer se origina cuando el número de células de algún órgano del cuerpo empieza a crecer descontroladamente. Las células cancerosas viven más tiempo que las normales y continúan produciendo células anormales. Los diagnósticos tempranos son muy importantes. Se puede diagnosticar por medio de biopsias, análisis de sangre y orina.

El cáncer es la tercera causa de muerte en México. Cada año se suman alrededor de 128,000 casos.

4.6.5. ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Las enfermedades cardiovasculares incluyen aquellas enfermedades del corazón y las relacionadas con los vasos sanguíneos, como cardiopatía coronaria, reumática, congénita, arteriopatías periféricas, trombosis venosas profundas y embolias pulmonares. Para detectar estas enfermedades se requiere la realización de electrocardiogramas, pruebas de esfuerzo, ecocardiografías o radiografías de tórax. Estas enfermedades constituyen la segunda causa de muerte en México.

4.7. LABORATORIOS CLÍNICOS EN MÉXICO

Hasta el último Censo de Población y Vivienda (2010), realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [3], se contabilizaron 10,618 laboratorios clínicos en México (incluyendo las diferentes sucursales). Algunos de estos laboratorios son de atención al público, otros son de referencia y algunos son mixtos.

Como menciona el estudio “Clinical Diagnostics in Mexico” de McEvoy & Farmer (2007); p.12 [14], el laboratorio más grande en México es la combinación de El Chopo/Carpermor/CPC.

Otros laboratorios importantes son Moreira, Laser, Olarte y Akle, la Unidad de Patología Clínica, Biomédicos, QUEST, LAPI, MSB y Estudios Clínicos Dr. T.J. Oriard.

México ha estado en un proceso de consolidación de laboratorios. Cada vez hay menos laboratorios pequeños y mayor participación de los grandes laboratorios. Además, cada vez se automatizan más las pruebas.

Actualmente, las pruebas de laboratorio se pueden realizar en lugares diferentes, dependiendo de su complejidad: desde la medición de glucosa en sangre, que se practica en los hogares, hasta pruebas muy complejas y de baja demanda, que debe realizar un laboratorio de referencia, como lo describe el sitio Lab Tests Online en su artículo “Where Lab Tests are Performed” (2012) [29].

No todos los laboratorios pueden tener las mismas capacidades. Así como las pruebas, los laboratorios pueden tener distintas complejidades; varían en tipo de pruebas, volumen de pruebas, tecnologías utilizadas, número de analistas y experiencia.

Casi todos los hospitales cuentan con un laboratorio clínico.

Los laboratorios de referencia son empresas que realizan un volumen mayor de pruebas de rutina y especialidad. Esto les permite realizar inversiones mayores en equipos especializados. Los laboratorios de referencia no suelen dar atención directa a pacientes.

En México hay 10 grandes laboratorios de referencia, 25 laboratorios medianos y una gran cantidad de laboratorios pequeños.

4.8. LABORATORIOS DE REFERENCIA

Como menciona el sitio Lab Tests Online en su artículo “Where Lab Tests are Performed” (2012) [29], los laboratorios de referencia son, comúnmente, establecimientos comerciales privados, que realizan una gran cantidad de pruebas de rutina y de especialidad. La mayoría de las pruebas son solicitadas por los médicos, hospitales y otros centros de salud. Aunque la mayoría de los hospitales intenta hacer tantas pruebas como sea posible en sus mismas instalaciones, ordenan algunas pruebas que requieren equipo especializado a los laboratorios de referencia.

Otros tipos de laboratorios son:

- Laboratorios de hospital: Normalmente son proporcionales al número de pacientes que atienden. Algunas de sus pruebas se realizan en situaciones de emergencia, cuando los resultados se requieren de forma rápida; otras se realizan en gran volumen, para justificar la adquisición del equipo. Normalmente están divididos por especialidad. Sin embargo, existen pruebas que los hospitales ofrecen y que no se realizan rutinariamente; en estos casos las muestras son enviadas a laboratorios de referencia.
- Laboratorios públicos: Estos laboratorios son administrados por el gobierno y sus sistemas de salud para diagnosticar enfermedades y proteger al público de amenazas de salud. De la misma forma que los laboratorios de los hospitales, envían algunas muestras a los laboratorios de referencia.
- Consultorios: Algunos doctores ofrecen el servicio de análisis de muestras. Normalmente toman la muestra del paciente en el consultorio y la envían a un

laboratorio clínico; puede ser un laboratorio de atención al público o uno de referencia.

- Laboratorios de atención al público (o de acceso directo): La popularidad de estos laboratorios se ha incrementado en los últimos años. En estos laboratorios, el paciente puede solicitar sus pruebas sin necesidad de contar con una orden del médico. Estos laboratorios ofrecen rangos de referencia e interpretación de resultados. Dependiendo del volumen de pruebas que se solicitan de cada tipo y el equipo con el que cuentan, estos laboratorios pueden realizar las pruebas o pedir que un laboratorio de referencia las realice.

La diferencia principal entre un laboratorio de referencia y el resto de los tipos de laboratorios es que el laboratorio de referencia no atiende directamente a los pacientes, aunque hay laboratorios que pueden ser de más de un tipo.

4.9. TURISMO MÉDICO

De acuerdo al Dr. Tomislav Meštrović en el artículo “¿Cuál es turismo médico?” (2014) [17], el turismo médico es la actividad de viajar a algún destino con el fin de recibir algún tratamiento médico. En un inicio, esta actividad comenzó porque pacientes de países menos desarrollados viajaban a países desarrollados en búsqueda de tratamientos más avanzados, los cuales no estaban disponibles en su lugar de residencia. En la actualidad, un atractivo del turismo médico es poder viajar a otro país con el deseo de encontrar tratamientos de menor costo. Es común que el paciente pase un tiempo en el destino después de su procedimiento, lo cual contribuye a la economía de este lugar.

Como menciona la sección Turismo Médico del sitio de Visit Mexico [8], México cuenta con varios destinos enfocados al turismo médico. En estas ciudades se encuentran proveedores de servicios turísticos y atención médica. Actualmente, 7 hospitales del país se encuentran acreditados por la Joint Comission International. 105 hospitales están certificados por la Secretaría de Salud.

4.10. FUERZAS COMPETITIVAS A LAS QUE SE ENFRENTA LACRM

En la imagen 4 se representan las principales fuerzas competitivas a las que se enfrenta LACRM y que se describen más adelante.

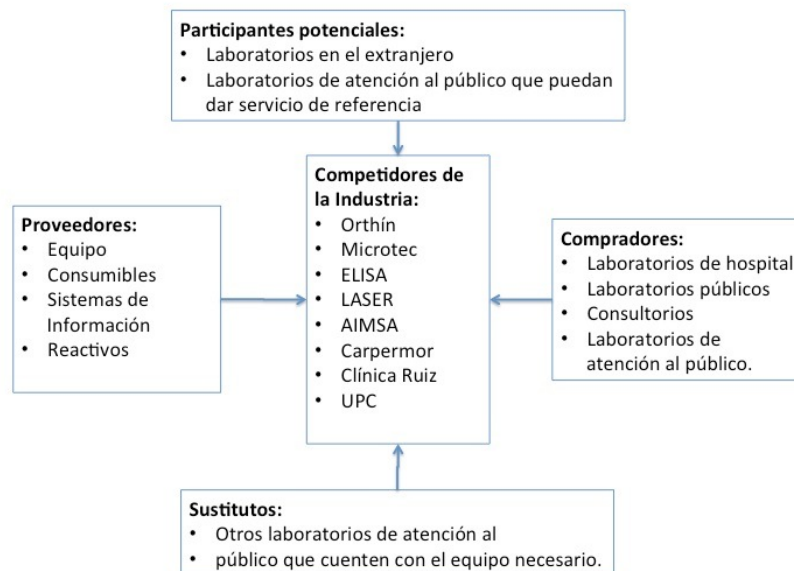


IMAGEN 6.

Esquema de fuerzas competitivas a las que se enfrenta LACRM.

4.10.1. COMPETIDORES DE LA INDUSTRIA

Los laboratorios de referencia que actualmente compiten con más fuerza con LACRM son:

- Orthín Referencia Especializada, S.A. de C.V.

- Referencia de Micro Técnicas de Laboratorio S.A. de C.V. (Microtec)
- Laboratorio de Referencia Eli, S.A. de C.V. (ELISA)
- Laboratorio de Asesoría y Servicio Referido, S.A. de C.V. (LASER)
- Aplicación de Isótopos y Metrología, S.A. de C.V. (AIMSA)
- Carpermor, S.A. de C.V.
- Laboratorios Clínicos de Puebla, S.A. de C.V. (Clínica Ruiz)
- Unidad de Servicios de Patología Clínica, S.C. (UPC)

La mayoría de estos laboratorios, aunque son capaces de dar servicio a nivel nacional por medio de compañías de paquetería, están concentrados en la CDMX. Uno de estos se encuentra en Jalisco y otro en Puebla.

Los competidores que tienen la mayor parte del mercado son Carpermor y Orthín Referencia Especializada.

Las fuerzas que ejercen estos competidores se pueden considerar de alta intensidad y son las siguientes:

- Convenios de lealtad con sus clientes (ejemplo: Carpermor y El Chopo).
- Descuentos por volumen
- Respuesta rápida
- Servicio a varios Estados de la República Mexicana.
- Imagen y experiencia

4.10.2. PROVEEDORES

Los proveedores de equipo y consumibles pueden ejercer las siguientes fuerzas (de alta intensidad):

- Al ser equipo especializado y con pocos fabricantes, el precio puede ser muy alto y es difícil de negociar.
- El mantenimiento se debe contratar con ellos para mantener la garantía y porque el personal calificado es escaso.
- Los consumibles deben adquirirse con el fabricante del equipo para que funcione correctamente y para mantener la garantía.

Los proveedores de reactivos ejercen fuerzas de baja intensidad:

- La calidad de los reactivos es fundamental para que el estudio brinde resultados confiables, por lo que algunas veces los precios pueden ser altos. Sin embargo, hay varios proveedores que compiten.

Los proveedores de sistemas de información ejercen fuerzas de mediana intensidad:

- Existen pocos proveedores de sistemas de información con experiencia en laboratorios clínicos; además se requiere adaptar los sistemas de acuerdo a las necesidades de cada laboratorio. Por lo tanto los precios pueden ser altos.
- El mantenimiento del sistema se debe contratar con el proveedor del sistema.

4.10.3.COMPRADORES

Los clientes presentan las siguientes fuerzas de alta intensidad:

- Los clientes más importantes buscan descuentos por volumen y mejores precios en general.
- Los clientes pueden tener varios laboratorios de referencia para poder alternar entre ellos, según convenga.
- Los clientes desean mejores tiempos de entrega.

4.10.4.SUSTITUTOS

Los sustitutos que pueden ser identificados son laboratorios de atención al público que cuenten con el equipo necesario para correr pruebas sofisticada. A continuación se muestran las fuerzas de baja intensidad que estos ejercen:

- Pueden ser cercanos a los otros laboratorios y podrían ser subcontratados. Sin embargo, estos laboratorios también compiten con los clientes.

4.10.5.PARTICIPANTES POTENCIALES

Los participantes potenciales que se identificaron son laboratorios en el extranjero, que ofrezcan sus servicios en México, y laboratorios de atención al público que puedan diversificarse para ofrecer servicios de referencia. Las fuerzas de estos participantes son de mediana intensidad:

- Debido a las opciones de servicio de las empresas de mensajería, cada vez es más factible que puedan ofrecer sus servicios. Sin embargo, hay que considerar los posibles impuestos que se tengan que pagar, además de que la lejanía de estos podría dificultar que la muestra llegue en buen estado a su destino.

4.11. ANÁLISIS FODA DE LACRM

Se realizó un análisis FODA para LACRM. Éste se muestra a continuación. Se resaltaron en negritas aquellas características relacionadas específicamente con este estudio.

Fuerzas	Debilidades
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta con 800 clientes actualmente. 2. Provee resultados confiables y precios competitivos. 3. Cuenta con la certificación ISO 15189:2007. 4. Cuenta con amplia experiencia en pruebas de biología molecular, toxicología y monitoreo de fármacos, endocrinología y metabolismo, neonatología, química clínica general, inmunología e inmunoquímica, oncología, bacteriología, hematología y circulación, uroanálisis, parasitología, patología, microbiología sanitaria. 5. Buen servicio al cliente. 6. Lealtad del cliente. 7. Profesionales capacitados. 8. Equipo de alta tecnología. 9. Conocimiento del mercado. 10. Ha desarrollado un sistema de recolección dentro de la CDMX y Zona Metropolitana. 11. Puede entregar resultados, de forma electrónica, el mismo día. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No tienen cobertura en toda la República Mexicana, lo que ocasiona que sus competidores tengan esa parte del mercado. 2. Poca automatización para manejar operaciones de recolección en varias ciudades. 3. No tiene alianzas con otros laboratorios.

Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Crecimiento de la población en la república mexicana. 2. Posibilidad de cobertura en un número mayor de ciudades. 3. Incremento en la población de adultos mayores. 4. Incremento en las enfermedades entre la población mexicana. 5. Auge de turismo médico. 6. Incremento en cultura de prevención entre la población. 7. Seguros de gastos médicos que incluyen análisis médicos. 8. La tecnología cada vez hace más eficientes las comunicaciones, la programación de rutas y la conservación de muestras. 9. Las compañías de mensajería pueden otorgar servicios de recolección y entrega a costos razonables. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alianza de laboratorios Chopo y Carpermor. 2. Los precios de consumibles y equipo se encuentran en dólares americanos. El tipo de cambio se ha incrementado en los últimos meses. 3. Los competidores más importantes están concentrados en la CDMX. 4. Es posible que algunos laboratorios ofrezcan exportar las muestras para analizarlas en el extranjero. 5. El traslado en motocicleta de las muestras presenta riesgos como accidentes. 6. Cierre de caminos por obras, fenómenos meteorológicos o manifestaciones. 7. Los mensajeros pueden no llegar a su destino por diversas razones (ejemplo: algún accidente).

TABLA 1.
Análisis FODA de LACRM.

4.12. ESTRATEGIA DE LACRM

La estrategia de LACRM es brindar servicio a una mayor cantidad de ciudades y optimizar los costos, ofreciendo un servicio de calidad a sus clientes por medio de resultados confiables y precisos, y diferenciándose de sus competidores y nuevos participantes que pudieran surgir al incluir la recolección de muestras como parte del servicio.

Desde el punto de vista logístico, la estrategia es reproducir el modelo de recolección que tienen actualmente en el D.F. y área metropolitana y otras ciudades, aprovechando los servicios que brindan las empresas de mensajería. Las rutas se deben planear de manera que haya poca probabilidad de que éstas sean bloqueadas y se debe procurar que los mensajeros siempre lleguen a su destino. Deben mejorar la automatización para manejar las operaciones de recolección.

4.13. TRANSPORTE DE MUESTRAS CLÍNICAS

Según el sitio de la Organización Mundial de la Salud, en la sección de Monitoreo del Transporte de Muestras [18], una correcta transportación de muestras a un laboratorio es crucial para la entrega de resultados correctos y de calidad. Además, se debe garantizar que éstas sean empacadas de manera segura para proteger a las personas involucradas en el transporte.

Las muestras que se utilizan para pruebas clínicas requieren un manejo adecuado desde la recolección y durante todas las etapas de transporte, almacenaje y procesamiento. Los cuidados de las muestras incluyen correcta identificación, pero también técnicas de recolección que maximicen la recuperación de patógenos y minimicen la contaminación.

En muestras como orina y exudados, las bajas proporciones de microorganismos deben ser preservados para evitar resultados falsos. Si las muestras se manejan correctamente, los

resultados son fáciles de interpretar y el cuidado del paciente es más adecuado. Últimamente se ha puesto un mayor énfasis en eliminar trabajo innecesario, mejorar la eficiencia de los laboratorios y lograr que las pruebas sean menos costosas.

Por lo tanto, el transporte de muestras de laboratorio debe enfocarse en los siguientes puntos:

- Transporte seguro y con un empaque adecuado para proteger la muestra y a las personas que tienen contacto con ésta. Generalmente las muestras para pruebas microbiológicas deben transportarse en contenedores estériles; las muestras de fluidos regularmente se transportan en los tubos o jeringas donde se tomaron.
- Tiempo de transporte, ya que los retrasos pueden ocasionar que la muestra sea inservible.
- Condiciones del transporte, por ejemplo: temperatura y humedad de acuerdo al tipo de muestra.

4.14. MEDIOS DE TRANSPORTE

Dentro de las ciudades el tipo de vehículo más utilizado para reparto o recolección es la motocicleta. Como menciona Salomón Rodríguez en su artículo “Las ventajas de la moto” publicado en el periódico “El Economista” (2011) [23], una motocicleta gasta en promedio treinta veces menos gasolina que un automóvil y su precio es hasta siete veces menor. Además, una motocicleta permite transportarse hasta dos veces más rápido que un automóvil. Sin embargo, se deben tomar en cuenta también las desventajas que son la exposición al medio ambiente y la falta de protección para el conductor.

La bicicleta también tiene las ventajas de movilidad de la motocicleta, aunque requiere de mayor trabajo por parte del conductor. Su costo es menor, incluso, al de una motocicleta. Tiene las mismas desventajas que la motocicleta.

El automóvil brinda una mayor protección y comodidad al conductor. Sin embargo, su movilidad es menor a la de una bicicleta o motocicleta, ya que ocupa un mayor espacio en las calles y no le es posible avanzar en los grandes congestionamientos.

4.15. EMPRESAS DE MENSAJERÍA

Una empresa de mensajería se encarga del intercambio de artículos entre 2 o más particulares. Como menciona Business Dictionary [28], las empresas de mensajería ofrecen servicio rápido, de puerta a puerta; nacional o internacional; de entrega de bienes de alto valor o documentos urgentes.

Según la revista Operaciones Logísticas en su sección “Mensajería y Paquetería en México” (2011) [15], en México, la industria de la paquetería y mensajería ha crecido mucho. Las empresas de mensajería pueden contar con puntos de recepción o franquicias. Las empresas de este ramo cuentan con la infraestructura necesaria para llegar en un día al 68% de la población, en 48 horas al 75% y en tres días al 90%.

4.16. CAPACITACIÓN

Según Edgardo Frigo en su artículo “¿Qué es la capacitación?” del sitio Foro de Seguridad [7], capacitación son todas las actividades realizadas en las organizaciones con el propósito de mejorar la actitud, los conocimientos, las habilidades o conductas de su personal. La necesidad de capacitación surge cuando hay diferencia entre lo que una persona

debería saber para desempeñar una tarea y lo que sabe realmente. Una de las principales responsabilidades de la supervisión es adelantarse a los cambios previendo demandas futuras de capacitación.

La capacitación es una forma de proteger la inversión en sus colaboradores, ya que estimula las posibilidades de crecimiento personal de ellos y permite contar con cuadros de reemplazo.

5. PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES

Antes de plantear las soluciones, en el capítulo 4, se realizó un análisis de ventajas y desventajas de cada escenario y un análisis GIDA (Go-Improve-Defend-Avoid). Se utilizó un estilo analítico de toma de decisiones, el cual se basa en considerar las alternativas posibles y los resultados esperados de cada una de ellas. La herramienta empleada fue la de examinación crítica de cada una de las opciones. Para definir las rutas de recolección se recurrirá a la programación lineal y al problema de transportación.

5.1. ANÁLISIS GIDA DE LACRM

A continuación, se proponen las acciones que debe realizar LACRM para mejorar su estrategia:

	Oportunidades	Amenazas
F o r t a l e z a s	<p>Estrategias FO <i>Go:</i></p> <p>F1008: Aplicar el sistema de recolección que ha desarrollado en la CDMX y Zona Metropolitana para recolectar muestras en otras ciudades y aprovechar que la tecnología hace cada vez más eficientes las comunicaciones, la programación de muestras y la conservación de muestras</p> <p>F1008: Aplicar el sistema de recolección que ha desarrollado en la CDMX y Zona Metropolitana para recolectar muestras en otras ciudades y aprovechar que las compañías de mensajería pueden otorgar servicios de recolección y entrega a costos razonables para el envío de muestras al laboratorio central de LACRM.</p>	<p>Estrategias FA <i>Defend:</i></p> <p>F5A6: Mantener el buen servicio al cliente, evitando la programación de rutas que frecuentemente tengan cierres por obras, fenómenos meteorológicos o manifestaciones.</p> <p>F5A7: Mantener el buen servicio al cliente, evitando con incentivos que los repartidores tengan que abandonar su ruta.</p>
D e b i l i d a d e s	<p>Estrategias DO <i>Improve:</i></p> <p>D2O8: Mejorar la automatización para manejar las operaciones de recolección en varias ciudades, tomando en cuenta que la tecnología hace cada vez más eficientes las comunicaciones y la programación de rutas.</p>	<p>Estrategias DA <i>Avoid:</i></p> <p>D3A1: Establecer alianzas con las cadenas de laboratorios que tengan sucursales en distintas ciudades objetivo y para evitar que las alianzas entre otros laboratorios afecten a LACRM.</p>

TABLA 2.
Análisis GIDA de LACRM.

5.2. CIUDADES META

Para elegir las ciudades meta, se evaluaron 3 diferentes opciones:

- Con base en su cercanía con la CDMX, donde se encuentra LACRM.

- De acuerdo a su nivel socioeconómico.
- De acuerdo al número de laboratorios, nivel socioeconómico y conectividad.

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas de cada una de estas opciones.

Opciones	Ventajas	Desventajas
1. Elegir las ciudades con base en su cercanía con la CDMX, donde se encuentra LACRM.	- Sería más fácil diseñar un modelo de cobertura simplemente extendiendo las rutas de los mensajeros.	- Las ciudades cercanas a la CDMX presentan mayor competencia. - No se toma en cuenta si estas ciudades son atractivas comercialmente.
2. Elegir las ciudades de acuerdo a su nivel socioeconómico.	- Es más probable que se tengan clientes potenciales en estas ciudades.	- No se toma en cuenta si son de fácil conectividad.
3. Elegir las ciudades de acuerdo al número de laboratorios, nivel socioeconómico y conectividad.	- Es más probable que se tengan clientes potenciales en estas ciudades. - Es más fácil asegurar que las muestras se pueden entregar de forma oportuna.	- Puede ser complicado hacer una selección que cumpla con estas características.

TABLA 3.
Ventajas y desventajas de las posibles soluciones para elegir las ciudades meta.

Una vez definidas, se evaluó la complejidad, la competencia y el mercado potencial de cada una de las opciones a través de un diagrama de burbuja:

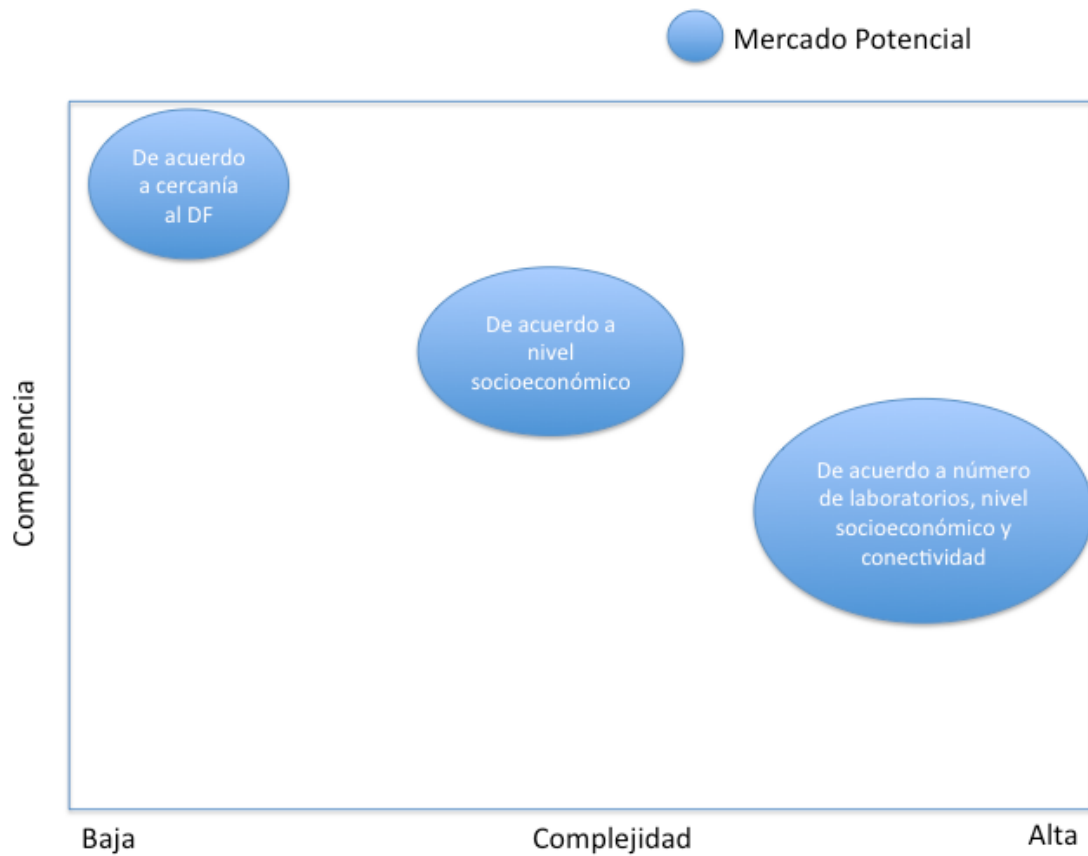


IMAGEN 7.

Gráfica de burbuja representando las posibles soluciones para elegir las ciudades meta.

5.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Para determinar el mejor método para la recolección de muestras se evaluaron las siguientes opciones:

- El mensajero acude a los diferentes laboratorios en el orden en que le llegaron las solicitudes de servicio.
- El mensajero acude a los diferentes laboratorios de acuerdo al orden que considera más conveniente.

Utilizar un algoritmo que calcule la ruta más corta entre una red de varias ciudades aledañas. Opciones	Ventajas	Desventajas
1. El mensajero acude a los diferentes laboratorios en el orden en que le llegaron las solicitudes de servicio.	- No se requieren hacer cálculos muy complicados.	- Puede ser que la ruta para recoger las muestras en el orden de solicitudes añada tiempo y costo al proceso. - Se corre el riesgo de no llevar a tiempo las muestras a la oficina de mensajería.
2. El mensajero acude a los diferentes laboratorios de acuerdo al orden que considera más conveniente.	- No se requieren hacer cálculos muy complicados. - La ruta puede ser más corta que si sólo se asigna el orden por la llegada de solicitudes.	- No se garantiza que se haya elegido la ruta más corta.
3. Utilizar un algoritmo que calcule la ruta más corta entre una red de varias ciudades aledañas.	- Garantiza la optimización de costos y tiempos. - El algoritmo se puede programar en un software de forma que la asignación de rutas se automatice.	- Si hay un cambio de ruta de último momento se tiene que volver a correr el algoritmo.

TABLA 4.
Ventajas y desventajas de las posibles soluciones para la recolección de muestras.

Las opciones de recolección se graficaron en un diagrama de burbuja, tomando en cuenta su complejidad, la inversión inicial que requieren y la optimización del tiempo.

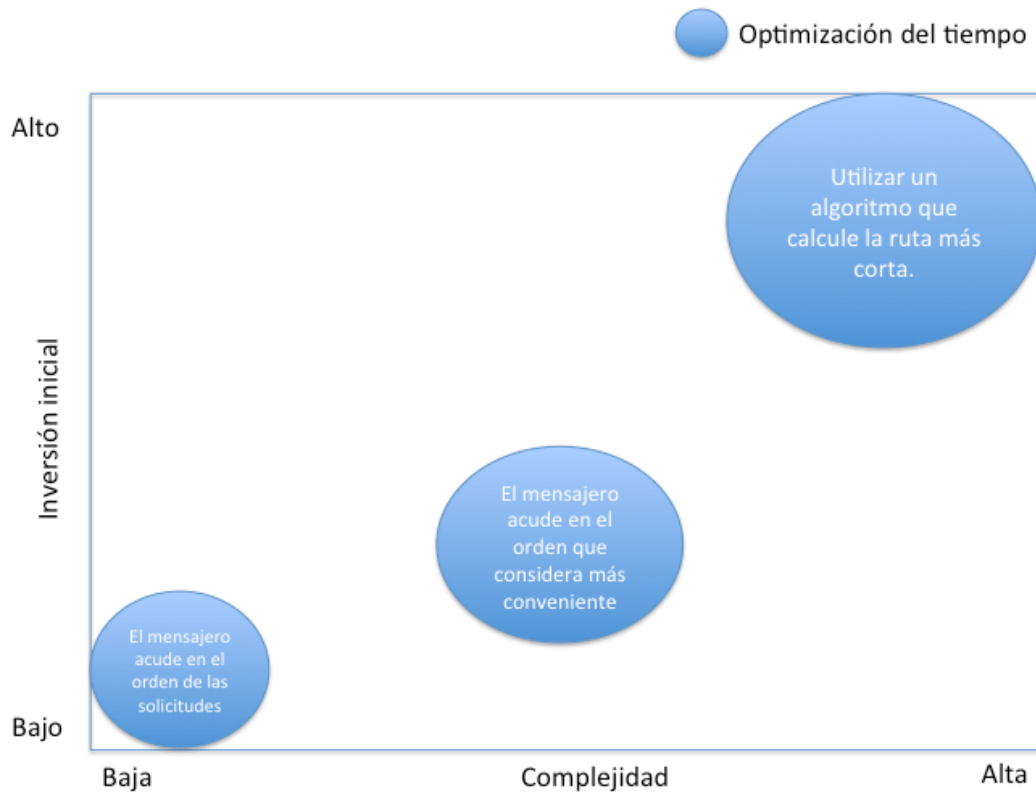


IMAGEN 8.

Gráfica de burbuja representando las posibles soluciones para la recolección de muestras.

Los modelos de red ayudan a encontrar la forma más eficiente de ligar un número de ubicaciones directa o indirectamente, encontrando la ruta más corta entre dos ciudades. Los algoritmos más conocidos para encontrar la ruta más corta son el Dijkstra y el Floyd. El algoritmo Dijkstra está diseñado para encontrar la ruta más corta entre un nodo fuente y el resto de los nodos, además de que se podría incorporar fácilmente a una plataforma tecnológica.

5.4. ENVÍO DE MUESTRAS A LACRM

Las opciones consideradas para realizar el envío de muestras a LACRM son:

- Utilizar los servicios de recolección de Mensajería Mexicana.
- Crear una propia red de mensajería.
- Crear una red de mensajería dentro de las ciudades y utilizar los servicios de envío de día siguiente de Mensajería Mexicana.

Opciones	Ventajas	Desventajas
1. Utilizar los servicios de recolección de Mensajería Mexicana.	- No se tiene que invertir en personal.	- No se puede controlar la calidad del servicio. - Cada servicio puede ser muy costoso.
2. Crear una propia red de mensajería.	- Se tiene el control completo de la logística.	- No es factible tener a un mensajero viajando con una pequeña cantidad de muestras entre las diferentes ciudades. - Se corre el riesgo de no tener las muestras a tiempo.
3. Crear una red de mensajería dentro de las ciudades y utilizar los servicios de envío de día siguiente de Mensajería Mexicana S.A. de C.V.	- Se puede mantener la calidad del servicio con los clientes. - Se puede aprovechar la red interciudades de Mensajería Mexicana S.A. de C.V., la cual tendrá menores costos por manejar economías de escala. - Se garantiza que las muestras lleguen al día siguiente del envío.	- No se tiene control completo de la logística.

TABLA 5.
Ventajas y desventajas de las posibles soluciones para el envío de muestras.

En el siguiente diagrama se muestran las opciones de envío de muestras a LACRM, evaluando la calidad de servicio que otorgarían, el tiempo que tardarían y la optimización de costos.

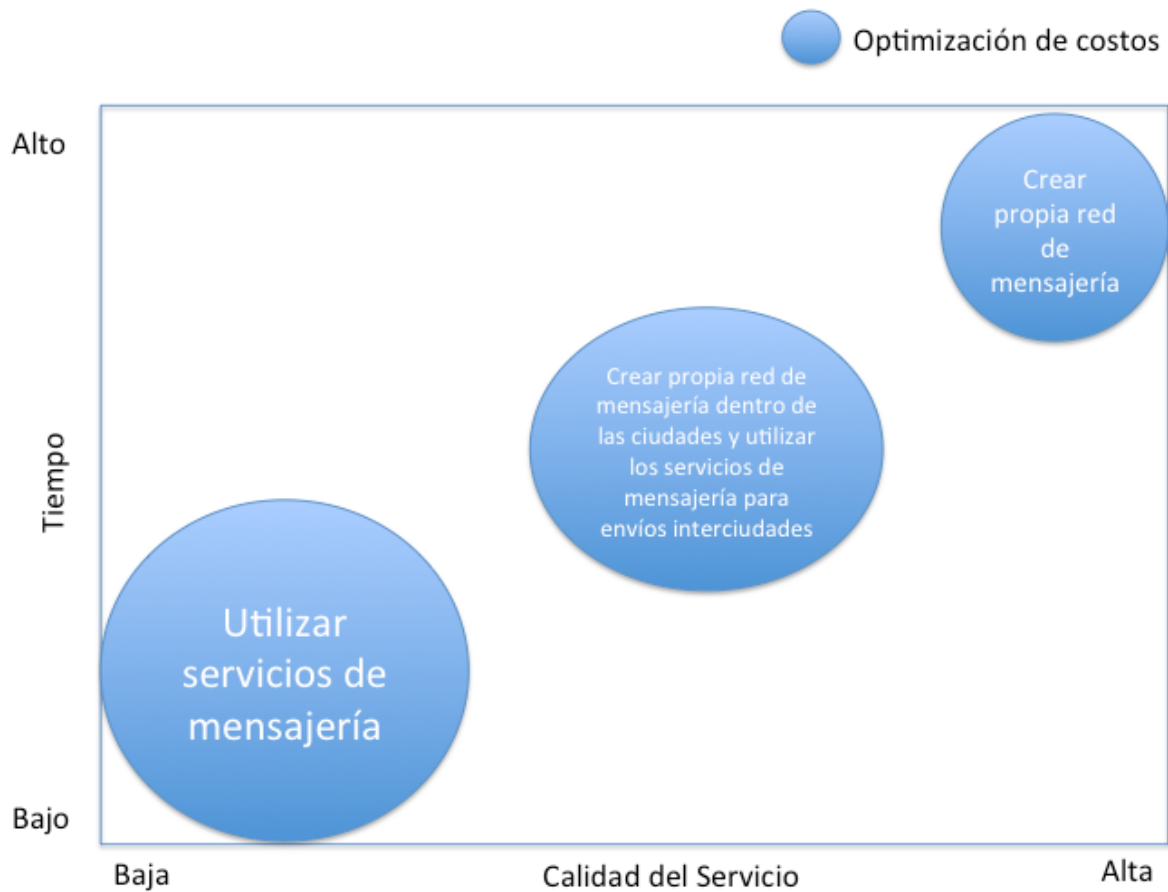


IMAGEN 9.

Gráfica de burbuja representando las posibles soluciones para el envío de muestras.

5.5. MEDIOS DE TRANSPORTE

Para elegir el mejor medio de transporte se consideraron las siguientes opciones:

- Automóvil
- Bicicleta
- Motocicleta

Opciones	Ventajas	Desventajas
1. Automóvil	<ul style="list-style-type: none"> - Estable, permite hacer viajes muy largos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy costoso. - Gasta una mayor cantidad de gasolina. - Dificultad para avanzar en el tráfico.
2. Bicicleta	<ul style="list-style-type: none"> - Se mueve fácilmente en la ciudad. - No gasta gasolina. - Precio muy bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor velocidad. - Menor espacio y protección para transportar muestras. - Se requiere esfuerzo del conductor. - No ofrece estabilidad y protección.
3. Motocicleta	<ul style="list-style-type: none"> - Se mueve fácilmente en la ciudad. - Gasto menor de gasolina. - Menor precio 	<ul style="list-style-type: none"> - No ofrece la misma estabilidad y protección que un automóvil.

TABLA 6.
Ventajas y desventajas de las posibles soluciones para elegir el medio de transporte adecuado.

En el siguiente diagrama de burbuja se muestran graficados la movilidad, los costos y la optimización del tiempo de cada una de las opciones:

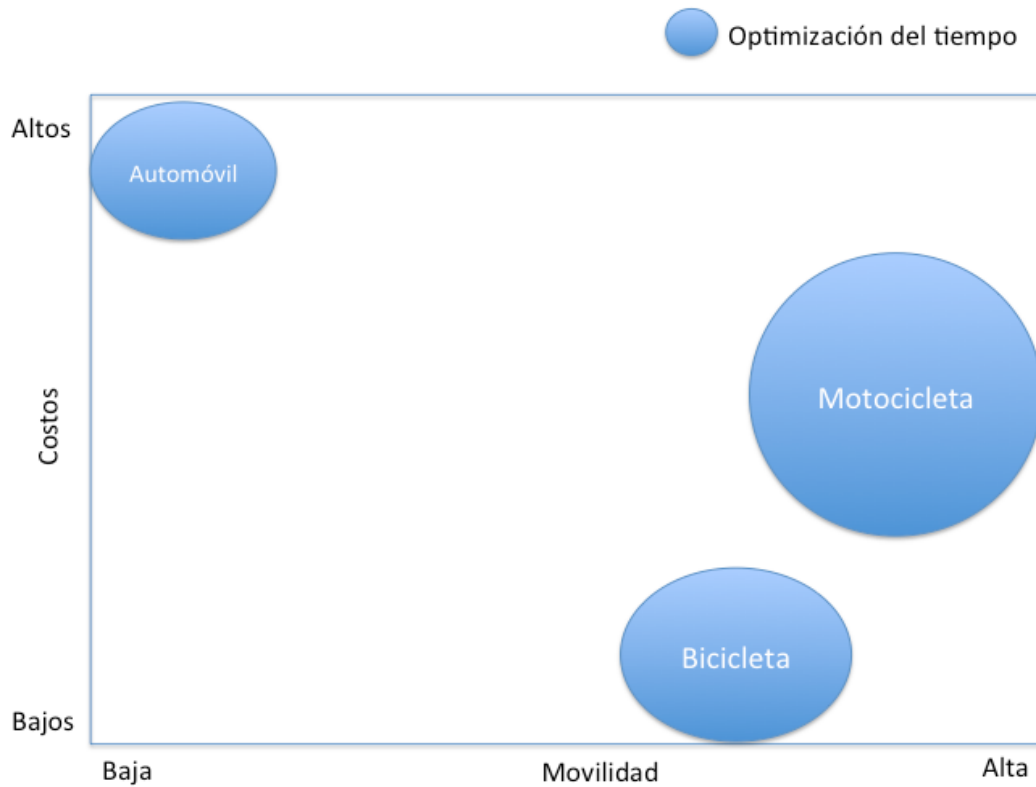


IMAGEN 10.

Gráfica de burbuja representando las posibles soluciones para elegir el medio de transporte más adecuado.

5.6. CAPACITACIÓN

Se tomaron en cuenta varias alternativas para capacitar a los mensajeros:

- Capacitarlos en las oficinas de LACRM.
- Contratar a un externo para impartir la capacitación en cada ciudad.
- Capacitar a los vendedores en las instalaciones de LACRM para que ellos capaciten a los mensajeros.

Opciones	Ventajas	Desventajas
1. En las instalaciones de LACRM.	<ul style="list-style-type: none"> - Se puede asegurar que se capacite al personal en los temas que interesan y de acuerdo a la filosofía de LACRM. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo de traer a toda la gente. - Dificultad para coordinar los cursos cada vez que se requiera.
2. Contratar a un externo.	<ul style="list-style-type: none"> - Puede tener un menor costo. - Es más fácil coordinar la impartición de los cursos. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se garantiza que se capacite al personal en los temas que interesan y de acuerdo a la filosofía de LACRM.
3. Capacitar a los vendedores en las instalaciones de LACRM y que ellos capaciten a sus mensajeros.	<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden establecer pautas para asegurar que se capacite al personal en los temas que interesan y de acuerdo a la filosofía de LACRM. - Es más fácil coordinar la impartición de los cursos. 	<ul style="list-style-type: none"> - El vendedor puede transmitir la información de forma imprecisa.

TABLA 7.
Ventajas y desventajas de las posibles soluciones para el diseño de la capacitación.

Para elegir la mejor opción para el diseño de la capacitación, se tomaron en cuenta los costos, la facilidad de coordinación y la calidad que implicaría cada una de estas alternativas, como muestra la siguiente gráfica de burbuja.

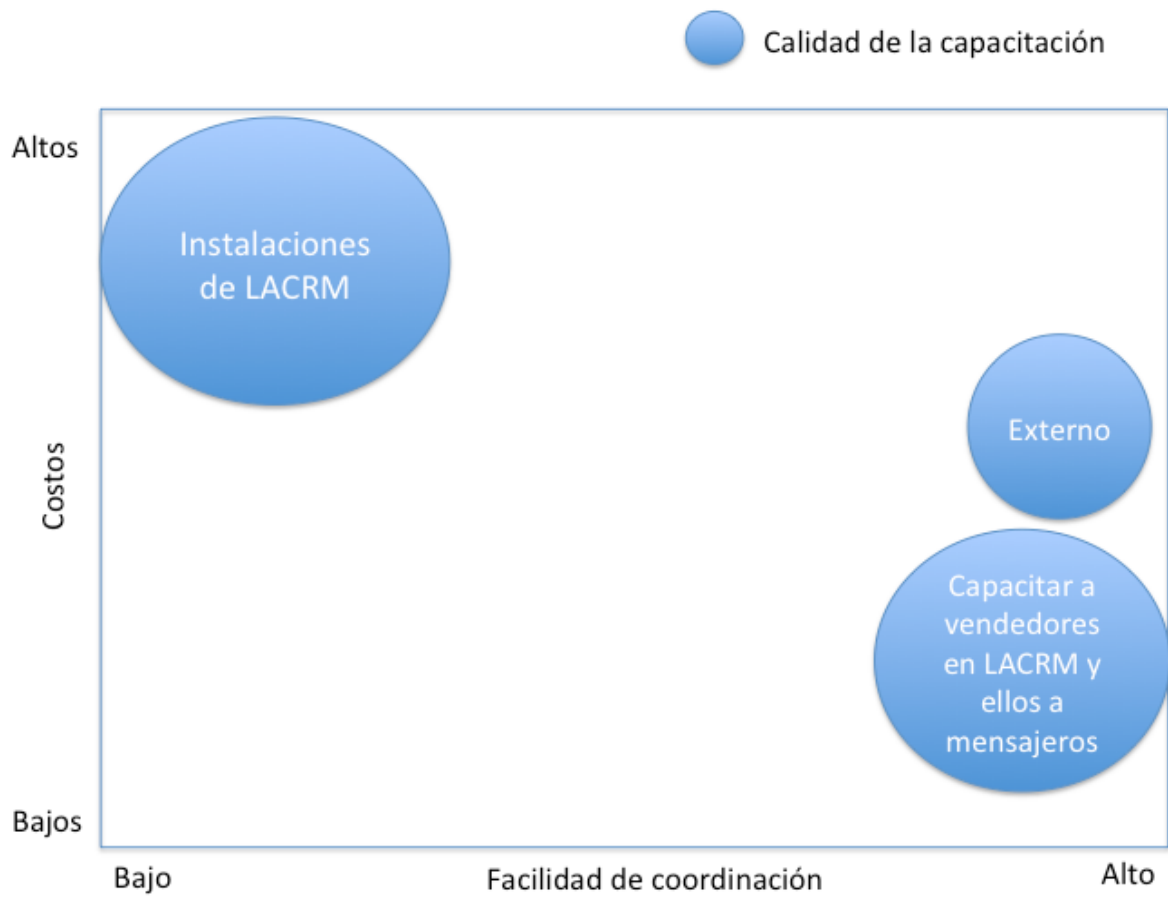


IMAGEN 11.

Gráfica de burbuja representando las posibles soluciones para el diseño de la capacitación.

6. SOLUCIÓN ELEGIDA

6.1. CIUDADES META

Para elegir las ciudades meta se decidió un enfoque a las ciudades con mayor nivel socioeconómico, menor competencia y con mayor número de laboratorios, a pesar de que esto representaba mayor complejidad en la selección.

El proceso de selección de las ciudades en las cuales se recomienda que LACRM se enfoque fue:

1. Se hizo una lista de los municipios con mayor cantidad de laboratorios clínicos privados en la República Mexicana. Tomando como base la información encontrada en el sitio del INEGI [6], se eligieron 170 municipios.
2. Para cada uno de estos municipios se investigó el nivel socioeconómico de su población (Ver ANEXO 1).
3. Se seleccionaron las ciudades con mayor población en los niveles A a C (más del 30%), según la base de datos de Mercamétrica [16]. Cabe mencionar que no se encontraron datos para todos los municipios, pero sí para los 68 principales.
4. De este análisis resultaron 62 ciudades y se anexó una ciudad más: Los Cabos, Baja California Sur, debido a que es uno de los destinos de turismo de salud más importantes, como menciona el sitio del Hospital Amerimed [26]. Se recomienda que LACRM se enfoque en estas 63 ciudades. No se considera importante completar la lista de 90 ciudades, ya que es preferible que se concentre en aquellas que tengan mayores probabilidades de generar un buen margen. Las siguientes ciudades fueron las elegidas, como se puede observar en la tabla 8.

ACAPULCO DE JUÁREZ, GUERRERO	HERMOSILLO, SONORA	ORIZABA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA
AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES	IRAPUATO, GUANAJUATO	PACHUCA DE SOTO, HIDALGO	TAMPICO, TAMAULIPAS
APIZACO, TLAXCALA	LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR	PIEDRAS NEGRAS, COAHUILA DE ZARAGOZA	TAPACHULA, CHIAPAS
CAMPECHE, CAMPECHE	LA PIEDAD, MICHOACÁN DE OCAMPO	POZA RICA DE HIDALGO, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	TEHUACÁN, PUEBLA
CELAYA, GUANAJUATO	LEÓN, GUANAJUATO	PUEBLA, PUEBLA	TEPIC, NAYARIT
CHIHUAHUA, CHIHUAHUA	LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR	PUERTO VALLARTA, JALISCO	TIJUANA, BAJA CALIFORNIA
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO, GUERRERO	MATAMOROS, TAMAULIPAS	QUERÉTARO, QUERÉTARO	TOLUCA, MÉXICO
COATZACOALCOS, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	MAZATLÁN, SINALOA	REYNOSA, TAMAULIPAS	TULANCINGO DE BRAVO, HIDALGO
COLIMA, COLIMA	MÉRIDA, YUCATÁN	RIOVERDE, SAN LUIS POTOSÍ	TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS
CÓRDOBA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	MEXICALI, BAJA CALIFORNIA	SALAMANCA, GUANAJUATO	URUAPAN, MICHOACÁN DE OCAMPO
CUAUTLA, MORELOS	MINATITLÁN, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	SALTILLO, COAHUILA DE ZARAGOZA	VERACRUZ, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE
CUERNAVACA, MORELOS	MONCLOVA, COAHUILA DE ZARAGOZA	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS	VICTORIA, TAMAULIPAS
CULIACÁN, SINALOA	MORELIA, MICHOACÁN DE OCAMPO	SAN FRANCISCO DEL RINCÓN, GUANAJUATO	XALAPA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA	NOGALES, SONORA	SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO	ZACATECAS, ZACATECAS
GUADALAJARA, JALISCO	NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS	SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSÍ	ZAMORA, MICHOACÁN DE OCAMPO
GUAYMAS, SONORA	OCOTLÁN, JALISCO	SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA	

TABLA 8.
Lista de ciudades meta.



IMAGEN 12.

Mapa de la República Mexicana mostrando las ciudades Meta.

www.googlemaps.com

Cabe mencionar que, de este análisis, surgen algunas ciudades objetivo y se podrían aprovechar algunas otras que, aunque no cumplen con todos los requisitos, se encuentran en la ruta del mensajero y no generan un costo adicional, por lo que también se vuelven atractivas. La evaluación de conectividad se detalla en el punto 7.3.

6.2. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

La propuesta de modelo logístico para recolectar las muestras se basa en el algoritmo Dijkstra.

El plan ideal es que los laboratorios preparen con anticipación las muestras que enviarán de forma que el mensajero las recolecte de acuerdo a un itinerario preestablecido. Si surge alguna solicitud de recolección fuera de la ruta, entonces se tendrá que evaluar si ésta no pone en riesgo el envío oportuno del resto de las muestras. En el trabajo que se desarrolló acerca del plan de contingencia se explica más sobre esta posible situación. La empresa de

mensajería se encarga de hacer el envío a la Ciudad de México, directamente a LACRM. La entrega de resultados a los laboratorios se hace de forma electrónica.

Ya que se tengan identificados los clientes potenciales y las pruebas que pueden ordenar, de acuerdo a la estrategia comercial que se está tratando en un trabajo separado, se tiene que estimar el punto de equilibrio para tener más de un mensajero. Sabemos que cada mensajero cuesta a LACRM \$15,000 pesos al mes. Se requiere tener una venta de \$100,000 pesos para poder cubrir este costo. Hasta que se comience a trabajar con los distintos laboratorios, se podrá tener una estimación más certera y se podrá empezar a invertir en los mensajeros.

Después de recolectar las muestras de los diferentes laboratorios, acude a una oficina de mensajería, arma el paquete y lo entrega para envío.

Los siguientes ejemplos muestran cómo funcionaría el modelo (algunas de las rutas fueron dibujadas para permitir que fuera más fácil su visualización. Cabe mencionar que, adicionalmente, está el tiempo de recolección y espera en cada laboratorio. Dependiendo de dónde se encuentre la oficina de mensajería, habrá que incluir este punto en el análisis también.

EJEMPLO 1: MONTERREY Y SU ZONA METROPOLITANA

Si se tiene un laboratorio en Apodaca, otro en San Pedro Garza García, otro en Guadalupe y otro en San Nicolás de los Garza, todos municipios aledaños a la Ciudad de Monterrey, y si estos fueran atendidos por el mismo mensajero, quien comienza su ruta en Monterrey.

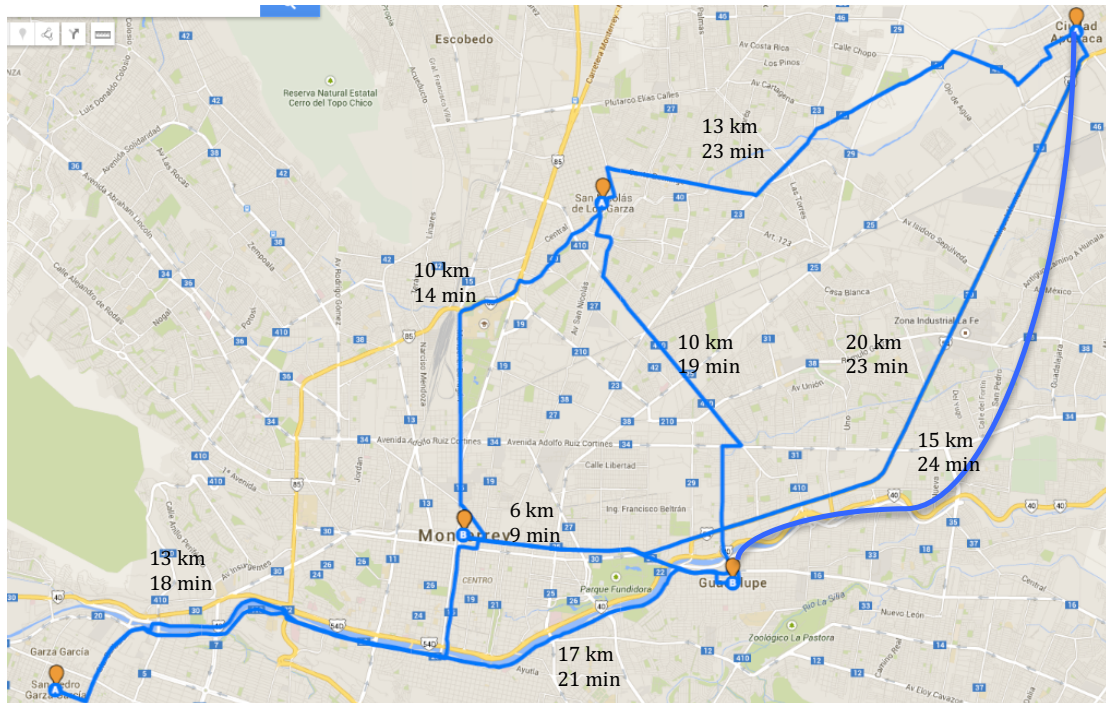


IMAGEN 13.

Mapa de la Zona Metropolitana de Monterrey mostrando las rutas y distancias entre los municipios.

www.googlemaps.com

Iteración 1

1	Monterrey	[0, -]	Permanente
2	San Pedro	{0+18, 1} = [18, 1]	Temporal
3	Guadalupe	[0+9, 1] = [9, 1]	Temporal Permanente
4	San Nicolás	{0+14, 1} = [14, 1]	Temporal
5	Apodaca	{0+23, 1} = [23, 1]	Temporal

Iteración 2

1	Monterrey	[0, -]	Permanente
2	San Pedro	{9+21, 3} = [30, 3]	Temporal

3	Guadalupe	[9, 1]	Permanente
4	San Nicolás	[9+19, 3] = [28, 3]	Temporal Permanente
5	Apodaca	[9+24, 3] = [33, 3]	Temporal

Iteración 3

1	Monterrey	[0, -]	Permanente
2	San Pedro	[28+30, 4] = [58, 4]	Temporal
3	Guadalupe	[9, 1]	Permanente
4	San Nicolás	[28, 3]	Permanente
5	Apodaca	[28+23, 4] = [51, 4]	Temporal Permanente

Iteración 4

1	Monterrey	[0, -]	Permanente
2	San Pedro	[51+31, 5] = [82, 5]	Temporal Permanente
3	Guadalupe	[9, 1]	Permanente
4	San Nicolás	[28, 3]	Permanente
5	Apodaca	[51, 4]	Permanente

TABLA 8.
Ejemplo de solución en el Ejemplo 1 por medio del algoritmo Dijkstra.

La ruta más corta es Monterrey-Guadalupe-San Nicolás de los Garza-Apodaca-San Pedro Garza García con 82 minutos en total.

EJEMPLO 2: PUEBLA

Si se tiene un laboratorio en Infonavit la Rosa, otro en Lomas de Loreto, otro en Plaza San Pedro, otro en Tierra y Libertad, otro en el Centro y otro en Belisario Domínguez, todas colonias de la ciudad de Puebla y un centro comercial, y si estos fueran atendidos por el mismo mensajero, quien comienza su ruta en Infonavit la Rosa.

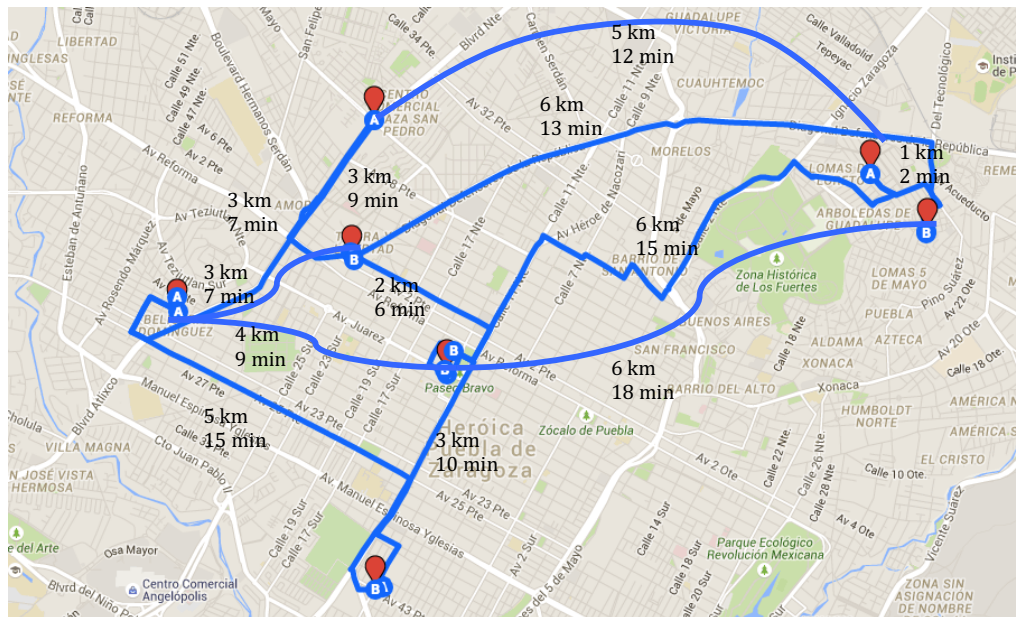


IMAGEN 14.

Mapa de la ciudad de Puebla, mostrando las rutas y distancias entre las colonias.

www.googlemaps.com

Iteración 1

1	Infonavit la Rosa	[0, -]	Permanente
2	Lomas de Loreto	[0+2, 1] = [2, 1]	Temporal Permanente
3	Plaza San Pedro	---	---
4	Tierra y Libertad	---	---
5	Centro	[0+18, 1] = [18, 1]	Temporal
6	Iturbide	---	---
7	Belisario Domínguez	---	---

Iteración 2

1	Infonavit la Rosa	[0, -]	Permanente
2	Lomas de Loreto	[2, 1]	Permanente
3	Plaza San Pedro	[2+12, 2] = [14, 2]	Temporal Permanente
4	Tierra y Libertad	[2+13, 2] = [15, 2]	Temporal
5	Centro	[2+15, 2] = [17, 2]	Temporal
6	Iturbide	---	---
7	Belisario Domínguez	---	---

Iteración 3

1	Infonavit la Rosa	[0, -]	Permanente
2	Lomas de Loreto	[2, 1]	Permanente
3	Plaza San Pedro	[14, 2]	Permanente
4	Tierra y Libertad	[14+9, 3] = [25, 3]	Temporal
5	Centro	---	---
6	Iturbide	---	---
7	Belisario Domínguez	[14+7, 3] = [21, 3]	Temporal Permanente

Iteración 4

1	Infonavit la Rosa	[0, -]	Permanente
2	Lomas de Loreto	[2, 1]	Permanente
3	Plaza San Pedro	[14, 2]	Permanente
4	Tierra y Libertad	[21+7, 7] = [28, 7]	Temporal Permanente
5	Centro	[21+9, 7] = [30, 7]	Temporal
6	Iturbide	[21+15, 7] = [36, 7]	Temporal
7	Belisario Domínguez	[21, 3]	Permanente

Iteración 5			
1	Infonavit la Rosa	[0, -]	Permanente
2	Lomas de Loreto	[2, 1]	Permanente
3	Plaza San Pedro	[14, 2]	Permanente
4	Tierra y Libertad	[28, 7]	Permanente
5	Centro	[28+6, 4] = [32, 4]	Temporal Permanente
6	Iturbide	---	---
7	Belisario Domínguez	[21, 3]	Permanente

Iteración 6			
1	Infonavit la Rosa	[0, -]	Permanente
2	Lomas de Loreto	[2, 1]	Permanente
3	Plaza San Pedro	[14, 2]	Permanente
4	Tierra y Libertad	[28, 7]	Permanente
5	Centro	[32, 4]	Permanente
6	Iturbide	[42, 5]	Temporal Permanente
7	Belisario Domínguez	[21, 3]	Permanente

TABLA 9.
Ejemplo de solución en el Ejemplo 2 por medio del algoritmo Dijkstra.

La ruta más corta es Infonavit la Rosa-Lomas de Loreto-Plaza San Pedro-Belisario Domínguez-Tierra y Libertad-Centro-Iturbide con 42 minutos en total.

EJEMPLO 3: GUADALAJARA Y SU ZONA METROPOLITANA

Si se tiene un laboratorio en Tlaquepaque, otro en Ladrón de Guevara, otro en Ciudad del Sol, otro en Zapopan y otro en Puerta de Hierro, todas colonias o municipios aledaños a Guadalajara, y si estos fueran atendidos por el mismo mensajero, quien comienza su ruta en Tlaquepaque.

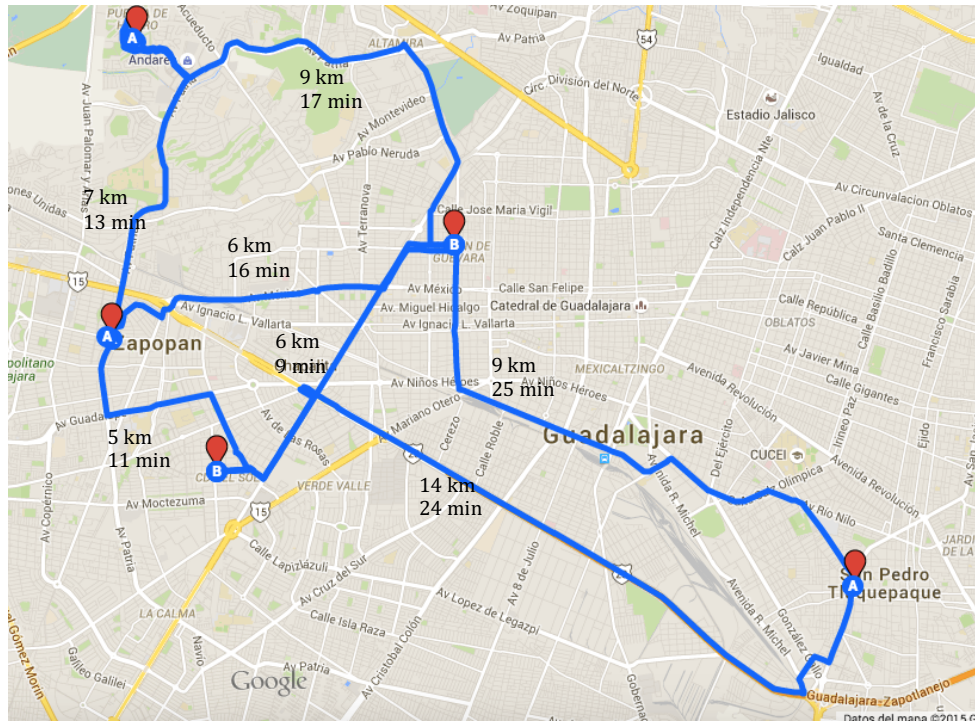


IMAGEN 15.

Mapa de la Zona Metropolitana de Guadalajara, mostrando las rutas y distancias entre las colonias y/o municipios.

www.googlemaps.com

Iteración 1

1	Tlaquepaque	[0, -]	Permanente
2	Ladrón de Guevara	[0+25, 1] = [25, 1]	Temporal
3	Cd. Del Sol	[0+24, 1] = [24, 1]	Temporal Permanente
4	Zapopan	---	---
5	Puerta de Hierro	---	---

Iteración 2

1	Tlaquepaque	[0, -]	Permanente
2	Ladrón de Guevara	[24+9, 3] = [33, 3]	Temporal Permanente
3	Cd. Del Sol	[24, 1]	Permanente
4	Zapopan	---	---
5	Puerta de Hierro	[24+17, 3] = [41, 3]	Temporal

Iteración 3

1	Tlaquepaque	[0, -]	Permanente
2	Ladrón de Guevara	[33, 3]	Permanente
3	Cd. Del Sol	[24, 1]	Permanente
4	Zapopan	[33+16, 2] = [49, 2]	Temporal Permanente
5	Puerta de Hierro	[33+17, 2] = [50, 2]	Temporal

Iteración 4		
1	Tlaquepaque	[0, -] Permanente
2	Ladrón de Guevara	[33, 3] Permanente
3	Cd. Del Sol	[24, 1] Permanente
4	Zapopan	[49, 2] Permanente
5	Puerta de Hierro	[49+13, 4] = [62, 4] Temporal Permanente

TABLA 10.
Ejemplo de solución en el Ejemplo 3 por medio del algoritmo Dijkstra.

La ruta más corta es Tlaquepaque-Ciudad del Sol-Ladrón de Guevara-Zapopan-Puerta de Hierro con 62 minutos en total.

Este algoritmo se cargará en la aplicación de la plataforma tecnológica para que se corra de forma automática, dependiendo de los laboratorios que se requiera visitar. El funcionamiento de la plataforma tecnológica se explica en el trabajo que se desarrolló al respecto.

6.3. ENVÍO DE MUESTRAS A LACRM

Algunas ciudades muy cercanas podrían tener un mismo mensajero; esto se podrá determinar una vez que conozcamos el número de clientes en cada una y si su cercanía lo permite. A continuación se muestran las ciudades seleccionadas, el número de laboratorios en cada una y las posibles conexiones entre ciudades, en caso de que así convenga por el volumen de las muestras a recolectar. Ciudad Victoria, Tamaulipas, dejó de ser una ciudad objetivo debido a que no cuenta con servicio de mensajería de día siguiente y tampoco tiene

una ciudad cercana que lo tenga. Minatitlán, Veracruz, tampoco cuenta con este servicio, pero está a 22 min de Coatzacoalcos.

Las siguientes gráficas muestran opciones de agrupación de ciudades de acuerdo a la distancia entre ellas, tomando en cuenta que los traslados no excedan los 400 km.

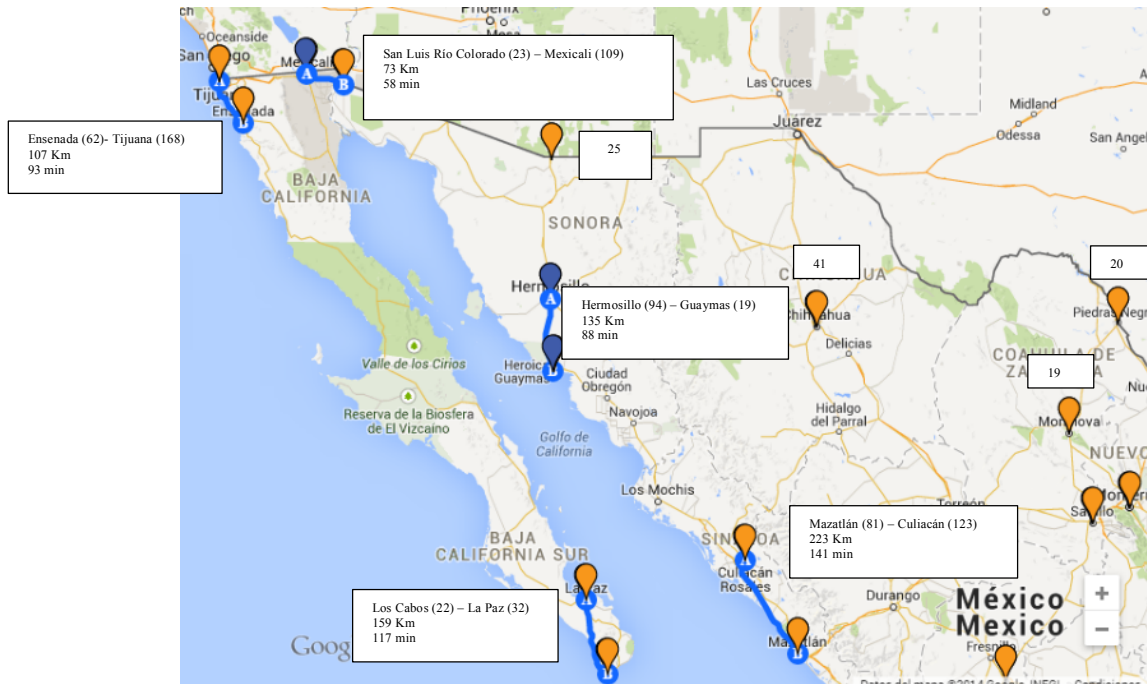


IMAGEN 16.

Posibles agrupaciones de ciudades y sus distancias en la zona noroccidente de la República Mexicana.

www.googlemaps.com

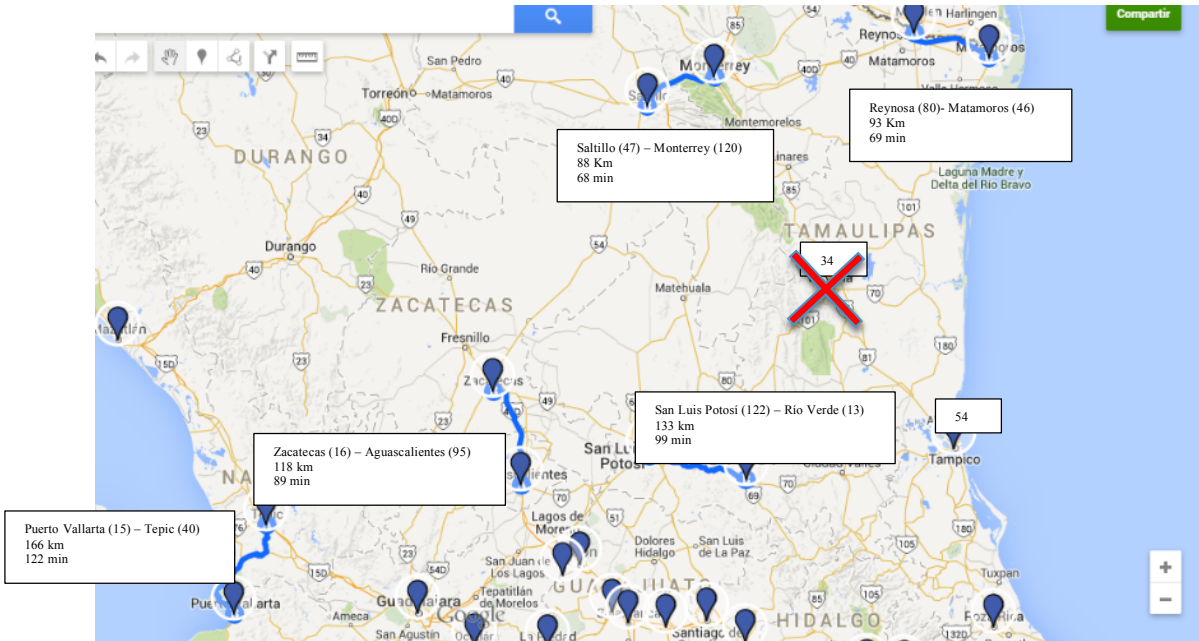


IMAGEN 17.

Posibles agrupaciones de ciudades y sus distancias en las zonas nororiente y centro (1) de la República Mexicana.

www.googlemaps.com

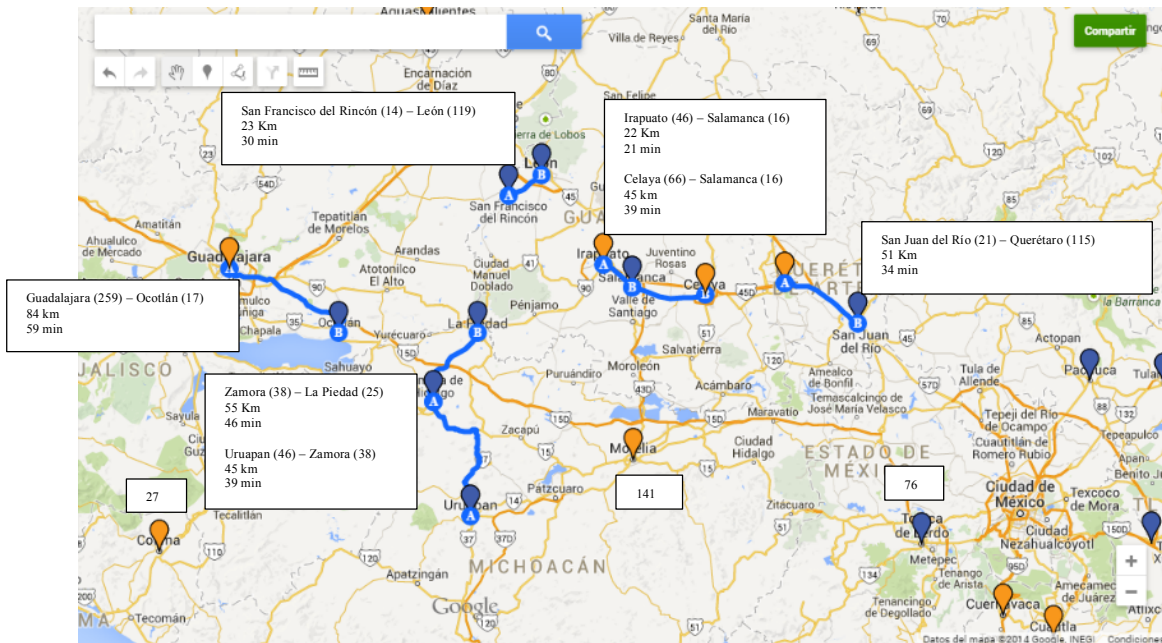


IMAGEN 18.

Posibles agrupaciones de ciudades y sus distancias en la zona centro (2) de la República Mexicana.

www.googlemaps.com

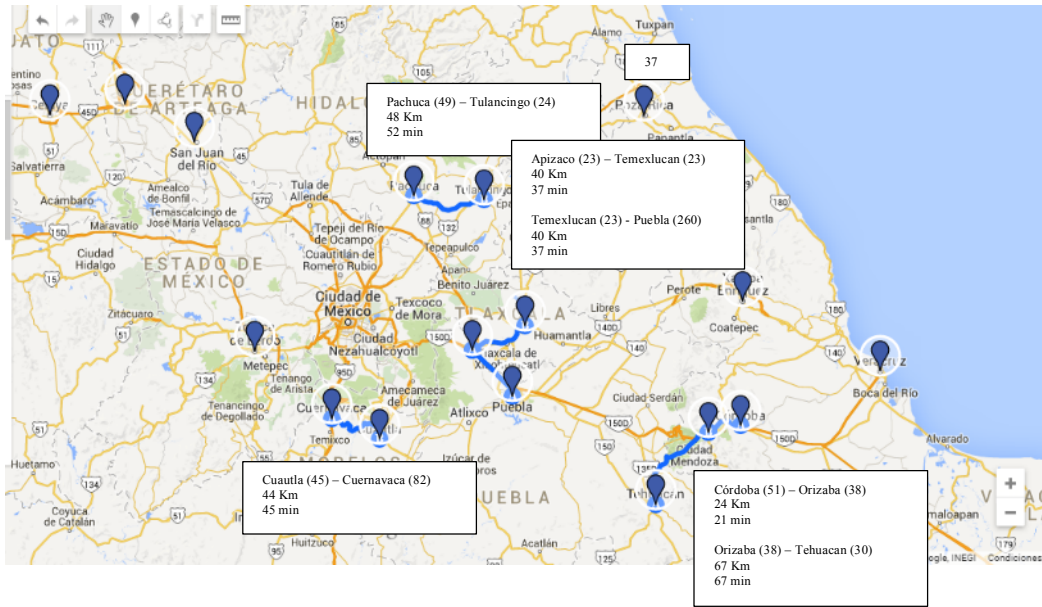


IMAGEN 19.

Posibles agrupaciones de ciudades y sus distancias en la zona centro (3) y oriente de la República Mexicana.
www.googlemaps.com

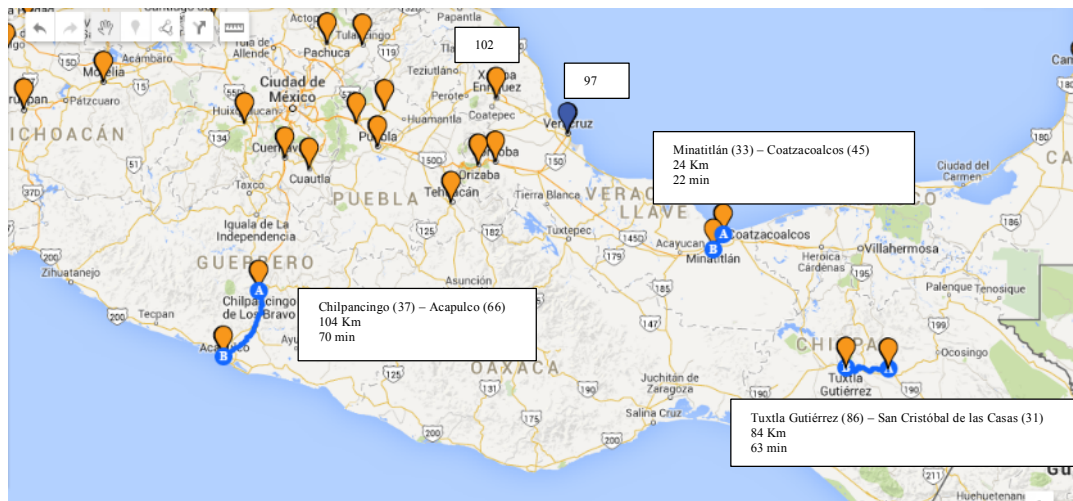


IMAGEN 20.

Posibles agrupaciones de ciudades y sus distancias en la zona suroriente (1) de la República Mexicana.
www.googlemaps.com

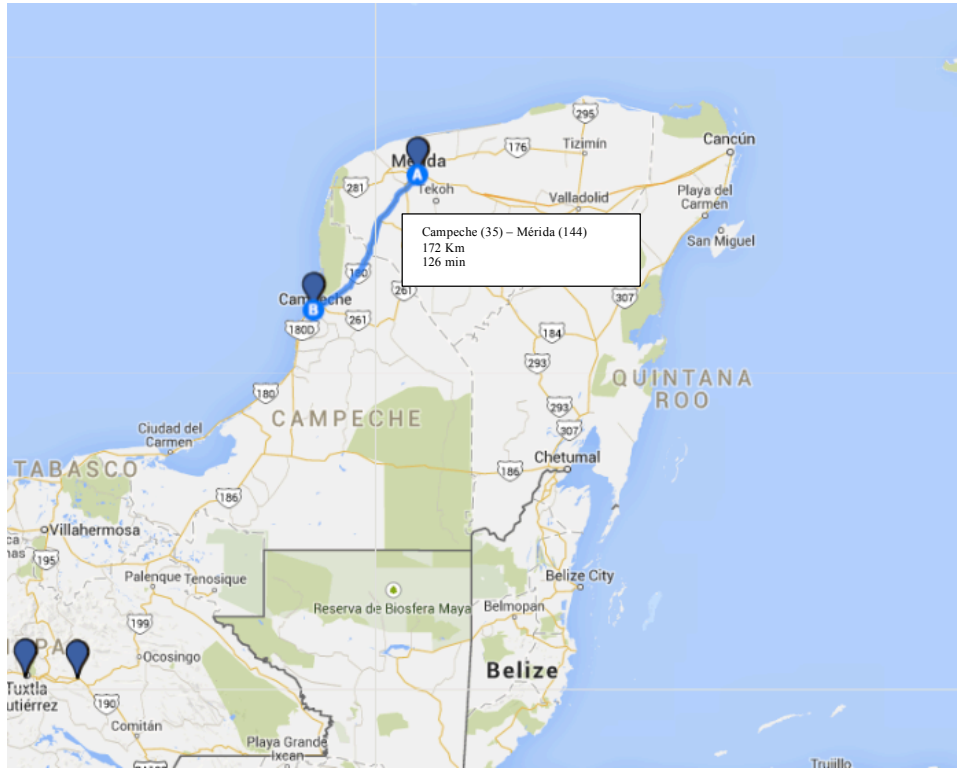


IMAGEN 21.

Posibles agrupaciones de ciudades y sus distancias en la zona suroriente (2) de la República Mexicana.

www.googlemaps.com

6.4. MEDIOS DE TRANSPORTE

Para elegir el medio de transporte ideal se dio prioridad a la movilidad y optimización de costos. El tipo de transporte que se sugiere utilizar para el transporte de las muestras es la motocicleta, ya que tiene una buena movilidad en las ciudades, consume menos gasolina que un automóvil y tiene un precio menor. Además, se puede conducir a una mayor velocidad y ofrece un mayor espacio para transporte que una bicicleta. Este transporte tiene la ventaja de ser el mismo que se utiliza actualmente dentro de la ciudad y LACRM ya tiene experiencia con este tipo de vehículos. Sin embargo, se debe considerar que los mensajeros tengan la experiencia necesaria para conducir este tipo de vehículo de forma segura.

6.5. EQUIPOS Y CAPACITACIÓN PARA EL USO DEL TRANSPORTE

Para la capacitación se decidió mantener un costo bajo, facilidad de coordinación y una calidad media. Los mensajeros requerirán una capacitación por parte de la empresa, ya que ellos serán el contacto directo con los clientes y los responsables de que las muestras lleguen de forma segura y oportuna a LACRM. Debido a que puede resultar muy costoso traer a cada mensajero a un entrenamiento a LACRM (por el tiempo y los traslados) y a que contratar un externo no necesariamente va a producir el resultado deseado, se sugiere capacitar a los vendedores de cada zona en las instalaciones de LACRM y, luego, delegar en ellos la responsabilidad de capacitar a los mensajeros. Así también se pueden establecer pautas para asegurar que se capacite al personal en los temas que interesan y de acuerdo a la filosofía de LACRM.

7. CONCLUSIONES

Las enfermedades crónico-degenerativas han sustituido a las enfermedades infecciosas como la principal causa de muerte en México. Estas enfermedades incluyen a los padecimientos cardiovasculares, diabetes, hipertensión, obesidad y sobrepeso y cáncer. La mayoría de estas enfermedades se pueden diagnosticar gracias a pruebas efectuadas en laboratorios clínicos. Es por eso que la medicina preventiva ha tomado tanta importancia. Verónica Pérez de León en su reportaje “Cada paciente con diabetes le cuesta 708 dólares al año a México” en CNN México (2011) [19] esperaba que, para 2012, del 17% del presupuesto del Sistema de Salud se destinara a combatir la diabetes. En 2010 esta enfermedad le costó más de 778 millones de pesos al gobierno.

El INEGI ha contabilizado más de 10,000 laboratorios clínicos en México, incluyendo laboratorios de referencia. Los laboratorios de referencia permiten que los laboratorios de atención al público ofrezcan una mayor variedad de pruebas sin tener que invertir en costosos equipos que no utilizarían frecuentemente.

LACRM tiene la posibilidad de expandir sus operaciones, ofreciendo sus servicios como laboratorio de referencia a una mayor cantidad de ciudades en la República Mexicana, como muestra este trabajo.

La selección de las ciudades se basará en su nivel socioeconómico, en la competencia que exista en cada una de ellas y en el número de laboratorios que pueden representar el mercado potencial. Esto se definirá en la estrategia comercial que es parte de otro trabajo.

Gracias al modelo logístico propuesto, se logrará recolectar las muestras de manera eficiente, ofreciendo un servicio de calidad y confiable. El uso de algoritmos, como el Dijkstra, para el establecimiento de rutas, ayudará a definir las mejores de acuerdo al tiempo disponible. El algoritmo Dijkstra encontrará la ruta más corta entre varios puntos en las ciudades. Algunas ciudades cercanas podrían tener un mismo mensajero.

El avance de la tecnología permite que la operación de cualquier modelo se pueda automatizar de forma que se obtengan respuestas rápidas y precisas.

Para el envío de las muestras se utilizarán los servicios de una empresa de mensajería.

El tipo de transporte que se utilizará es la motocicleta, por su movilidad, bajo consumo de gasolina y bajo precio. Además, éste es el tipo de transporte utilizado actualmente por LACRM.

La capacitación se realizará a los vendedores de cada zona en las instalaciones de LACRM para, luego, delegar en ellos la responsabilidad de capacitar a los mensajeros. Esta es la opción que representa menor costo, facilidad de coordinación sin sacrificar la calidad.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda elegir las ciudades de acuerdo al mercado potencial (con alto nivel socioeconómico de acuerdo al mercado) que tiene cada una de ellas y hacer una estrategia ordenada, la cual vaya atacando los diferentes mercados de forma gradual. Se propone realizar la penetración en, al menos, 5 ciudades cada mes hasta llegar a las 63 ciudades propuestas.

Se recomienda continuar enfocando las ventajas competitivas de LACRM en el servicio, ya que de esta forma es más probable que pueda operar en ciudades donde ya se encuentra algún competidor.

Es importante considerar que para mantener un buen nivel de servicio se sugiere contar con mensajeros propios dentro de las ciudades. Sin embargo, con el fin de asegurar una entrega oportuna y optimizar los costos se sugiere aprovechar la red logística de una empresa de mensajería que pueda hacer llegar las muestras a LACRM.

9. ANEXOS

- ANEXO 1: 170 Ciudades con la mayor cantidad de laboratorios y su nivel socioeconómico.
- ANEXO 2: Crecimiento de la Población de México entre 1895 y 2010.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES DE DATOS

1. Beltrán, J. "La Gestión Logística como factor de competitividad." *IAT – Instituto Andaluz de Tecnología*. IAT, 14 Aug. 2012. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www.iat.es/2012/08/la-gestion-logistica-como-factor-de-competitividad/>>.
2. Catálogo LACRM digital.
3. "Censo de Población y Vivienda 2010." *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. INEGI, 2010. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>>.
4. Chemuturi, Murali. *Mastering IT project management: best practices, tools, and techniques*. Plantation, FL: J. Ross Publishing, 2013. Print.
5. Collis, D., Rukstad, M. "Can you say what your strategy is?" *Harvard Business Review*. N.p., April 2008. Web. 9 Nov. 2015.
6. "Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas". *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. INEGI. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>>.
7. Frigo, E. "¿Qué es la Capacitación?" *Qué es la capacitación, y qué gana una organización al capacitar a su personal*. Foro de Seguridad, n.d. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www.forodeseguridad.com/artic/rrhh/7011.htm>>.
8. "Guía Oficial de Turismo en México." *Visit México*. N.p., n.d. Web. 09 Nov. 2015. <<http://www.visitmexico.com/es/salud/turismo-medico>>.
9. Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman. *Introduction to Operations Research*. San Francisco: Holden Day, 1974. Print.
10. Juárez, A. "Las cinco enfermedades más comunes de los mexicanos." *CNN*. Cable News Network, 17 Apr. 2013. Web. 9 Nov. 2015.

<<http://mexico.cnn.com/salud/2013/04/17/las-cinco-enfermedades-mas-comunes-de-los-mexicanos>>.

11. Kyla. "SWOT Analysis - Making Business Strategy Easy." *Zest e-Biz*. N.p., 21 Aug. 2015. Web. 9 Nov. 2015. <<http://zestebiz.com/swot-analysis-making-business-strategy-easy/>>.

12. "La Salud de México en Cifras". Organización Panamericana de la Salud. N.p., n.d., Web. 9 Nov. 2015. <http://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=category&id=780&Itemid=310>

13. Manktelow, J. "The TOWS Matrix: Developing Strategic Options from an External-Internal Analysis." *The TOWS Matrix - Going Beyond SWOT Analysis - from MindTools.com*. N.p., n.d. Web. 9 Nov. 2015. <http://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_89.htm>.

14. Mc Evoy, Farmer (2007). "*CLINICAL DIAGNOSIS IN MÉXICO*", pp. 9-12. Print.

15. "Mensajería y Paquetería en México". Operaciones Logísticas. N.p., 26 Oct. 2011. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www.mensajeriaypaqueteriaonline.com/2011/10/mensajeria-y-paqueteria-en-mexico/>>

16. Mercamétrica Ediciones, S.A. *Mercamétrica de 80 ciudades mexicanas* 2010. Print. Volume 1, 34th edition. Print

17. Meštrović, T. "¿Cuál es Turismo Médico?" *News-Medical.net*. N.p., 17 Sept. 2014. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www.news-medical.net/health/Medical-Tourism-What-is-Medical-Tourism-%28Spanish%29.aspx>>.

18. "Monitor transportation of samples." *Laboratory Quality Stepwise Implementation tool*. N.p., n.d. Web. 9 Nov. 2015. <<https://extranet.who.int/lqsi/content/monitor-transportation-samples>>.

19. Pérez de León, V. "Cada paciente con diabetes le cuesta 708 dólares al año a México." *CNN*. Cable News Network, 13 June 2011. Web. 9 Nov. 2015. <<http://mexico.cnn.com/salud/2011/06/13/cada-paciente-con-diabetes-le-cuesta-708-dolares-al-ano-a-mexico>>.

20. "Plan Integral de Medicina Preventiva." *Portal de la Salud*. Banobras, 18 June 2010. Web. 9 Nov. 2015. <<http://www.banobras.gob.mx/usuarios/portalsalud/Paginas/medicinapreventiva.aspx>>

21. Porter, Michael. "The Five Competitive Forces that Shape Strategy" *Harvard Business Review*. N.p., January 2008. Web. 9 Nov. 2015.

22. Porter, Michael. "What is Strategy?" *Harvard Business Review*. N.p., Nov. & dec. 1996. Web. 9 Nov. 2015.

23. Rodriguez, S. "Las Ventajas de la Moto." *El Economista*. N.p., 25 July 2011. Web. 9 Nov. 2015. <<http://eleconomista.com.mx/search/google/finanzas%20pers?query=finanzaspers&cx=015826339254480239602%253A4kd6mexdpz4&cof=FORID%253A11&sitesearch=>>>.

24. Taha, Hamdy A. *Operations research: an introduction*. 8th ed. Harlow, England: Pearson Prentice Hall, 2007. Print. pages 193,194, 235-258.

25. Thompson, Arthur A., John E. Gamble, Margaret A. Peteraf, and A.J Strickland. *Crafting and executing strategy: the quest for competitive advantage: concepts and cases*. 17th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2010. Print. pages 6, 7, 56, 57, 102 – 116

26. "Turismo Médico." Amerimed Los Cabos, n.d. Web. 9 Nov. 2015
<http://www.amerimedloscabos.com/turismo_medico.php>
27. Verastegui, A. "La situación de salud en México." *La situación de salud en México - Medicina*. N.p., 14 Dec. 2010. Web. 09 Nov. 2015.
<http://www.articulo.org/articulo/29399/la_situacion_de_salud_en_mexico.html#sthash.7qwDR4Pq.dpuf>.
28. "What is courier service? definition and meaning." *BusinessDictionary.com*. Business Dictionary, 2015. Web. 9 Nov. 2015.
<<http://www.businessdictionary.com/definition/courier-service.html>>
29. "Where Lab Tests Are Performed." *Lab Tests Online: Empower Your Health. Understand Your Tests. A public resource on clinical laboratory testing*. N.p., 01 Oct. 2012. Web. 9 Nov. 2015. <<http://labtestsonline.org/lab/labtypes/>>.
30. Wilson, M. L. "General Principles of Specimen Collection and Transport." *Clinical Infectious Diseases* 22.5 (1996): 766-77.

ANEXO 2: Crecimiento de la Población de México entre 1895 y 2010.

Volumen y crecimiento
Población total por entidad federativa, 1895 a 2010

Entidad federativa	1895	1900	1910	1921	1930	1940	1950 ^a	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Estados Unidos Mexicanos	12700294	13607259	15160369	14334780	16552722	19653552	25791017	34923129	48225238	66846833	81249645	91158290	97483412	103263388	112336538
Aguascalientes	104693	102416	120511	107581	132900	161693	188075	243363	338142	519439	719659	862720	944285	1065416	1184996
Baja California	42875	47624	52272	23537	48327	78907	226965	520165	870421	1177886	1660855	2112140	2487367	2844469	3155070
Baja California Sur	NA	NA	NA	39294	47089	51471	60864	81594	128019	215139	317764	375494	424041	512170	637026
Campeche	88144	86542	86661	76419	84630	90460	122098	168219	251556	420553	535185	642516	690689	754730	822441
Coahuila de Zaragoza	242021	296938	362092	393480	436425	550717	720619	907734	1114956	1557265	1972340	2173775	2298070	2495200	2748391
Colima	55718	65115	77704	91749	61923	78806	112321	164450	241153	346293	428510	488028	542627	567996	650555
Chiapas	320694	360799	438843	421744	529983	679885	907026	1210870	1569053	2084717	3210496	3584786	3920892	4293459	4796580
Chihuahua	265546	327784	405707	401622	491792	623944	846414	1226793	1612525	2005477	2441873	2793537	3052907	3241444	3406465
Distrito Federal	474860	541516	720753	906603	1229576	1757530	3050442	4870876	6874165	8831079	1162574	1489007	18605239	24872016	31551080
Durango	296979	370294	483175	336766	404364	483829	629874	760836	939208	1182320	1439378	1431748	1448661	1509117	1632934
Guanajuato	1069418	1061724	1081651	860364	987801	1046490	1328712	1735490	2270370	3066110	3982593	4406568	4663032	4893812	5486372
Guerrero	420926	479205	594278	566836	641690	732910	919386	1186716	1597360	2109513	2620637	2916567	3079649	3115202	3388768
Hidalgo	563824	605051	646551	622241	677772	771818	850394	994598	1193845	1547493	1888366	2112473	2235591	2345514	2665018
Jalisco	1114765	1153891	1208855	1191957	1255346	1418310	1746777	2443261	3296586	4371998	5302689	5991176	6322002	6752113	7350682
México	842873	934463	989510	884617	990112	1146034	1392623	1897851	3833185	7564335	9815795	11707964	13096686	14007495	15175862
Michoacán de Ocampo	898809	935808	991880	939849	1048381	1182003	1422717	1851876	2324226	2868824	3548199	3870604	3985667	3966073	4351037
Morelos	159123	160115	179594	103440	132068	182711	272842	386264	616119	947089	1195059	1442662	1555296	1612899	1777227
Nayarit	149807	150098	171173	163183	167724	216698	290124	389929	544031	726120	824643	896702	920185	949684	1084979
Nuevo León	311665	327937	365150	336412	417491	541147	740191	1078848	1694689	2513044	3098736	3550114	3834141	4199292	4653458
Oaxaca	897182	948633	1040398	976005	1084549	1192794	1421313	1727266	2015424	2369076	3019560	3228895	3438765	3506821	3801962
Puebla	992426	1021133	1101600	1024955	1150425	1294620	1625830	1973837	2508226	3347685	4126101	4624365	5076686	5383133	5779829
Queretaro	232305	232389	244663	220231	234058	244737	286238	355045	485523	739605	1051235	1250476	1404306	1598139	1827937
Quintana Roo	NA	NA	9109	10966	10620	18752	26967	50169	88150	225985	493277	703536	874963	1135309	1325578
San Luis Potosí	571420	575432	627800	445681	579831	678779	856066	1048297	1281996	1673893	2003187	2200763	2299360	2410414	2585518
Sinaloa	261050	296701	323642	341265	395618	492821	635681	838404	1266528	1849879	2204054	2425675	2536844	2608442	2767761
Sonora	192721	221682	265383	275127	316271	364176	510607	783378	1098720	1513731	1823606	2216969	2394861	2662480	2946480
Tabasco	134956	159834	187574	210437	224023	285630	362716	496340	768327	1062961	1501744	1748769	1891829	1989969	2238603
Tamaulipas	209106	218948	249641	286904	344039	458832	718167	1024182	1456858	1924484	2249581	2527328	2753222	3024238	3268554
Tlaxcala	168358	172315	184171	178570	205458	224063	284551	346699	420638	556597	761277	883924	962646	1068207	1169936
Veracruz de Ignacio de la Llave	863220	981030	1132859	1159935	1377293	1619338	2040231	2727899	3815422	5387680	6228239	6737324	6908975	7110214	7643194
Yucatán	298569	309652	339613	358221	386096	418210	516899	614049	758355	1063733	1362940	1556622	1658210	1818948	1955577
Zacatecas	456241	462190	477556	379329	459047	565437	665524	817831	951462	1136830	1276323	1336496	1353610	1367692	1490668

Nota: Cifras correspondientes a las siguientes fechas censales: 20 de octubre (1895), 28 de octubre (1900), 27 de octubre (1910), 30 de noviembre (1920), 15 de mayo (1930), 6 de marzo (1940), 6 de junio (1950), 8 de junio (1960), 28 de enero (1970), 4 de junio (1980), 12 de marzo (1990), 5 de noviembre (1995), 14 de febrero (2000), 19 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).

^a El total incluye 11 763 habitantes, dato registrado bajo el concepto de Complementarios, el cual no se presentó por entidad federativa.

^b Hasta 1910 se incluyó en Baja California.

^c Hasta 1900 se incluyó en Yucatán

NA No aplicable.

Fuente: INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1895 a 2010.

INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1995 y 2005.

Fecha de actualización: Jueves 16 de febrero de 2012

ANEXO 1. 170 Ciudades con la mayor cantidad de laboratorios y su nivel socioeconómico.

No.	MUNICIPIO	LABORATORIOS PRIVADOS	LATITUD	LONGITUD	POBLACIÓN	A/B	C+	C	C-	D+	D/E	Suma A-C	Suma C-a E
1	PUEBLA, PUEBLA	260	19.04005	-98.19297	1539819	7.7							
2	GUADALAJARA, JALISCO	259	20.67379	-103.33541	1495189	10.5							
3	TIJUANA, BAJA CALIFORNIA	168	32.49661	-116.97262	1559683	8.8	18.2	19.7	19.5	14.5	19.3	46.7	53.3
4	MÉRIDA, YUCATÁN	144	20.9761	-89.63292	830732	5.5	14.1	15.8	16	18.8	27.6	45.3	62.4
5	MORELIA, MICHOACÁN DE OCAMPO	141	19.70365	-101.20612	729279	8.7	17.2	19.4	17.7	19.2	16	45.3	52.9
6	CUAHUATEMOC, DISTRITO FEDERAL	131	19.43281	-99.15327	531831		20.1	21.9	18.8	17.8	14.3	42	50.9
7	CULIACÁN, SINALOA	123	24.80522	-107.42297	85638	6.9	4	5.8	11.9	21.1	55.6	16.7	88.6
8	SAN LUIS POTOSÍ, SAN LUIS POTOSÍ	122	22.12398	-100.95106	772604	7.2						7.2	0
9	MONTERREY, NUEVO LEÓN	120	25.6488	-100.3031	1135550	7.9						7.9	0
10	LEÓN, GUANAJUATO	119	21.12192	-101.66601	1436480	7.1	16.8	19.8	18.2	19.7	17.6	43.7	55.5
11	QUERÉTARO, QUERÉTARO	115	20.61214	-100.40699	801940	15.3						15.3	0
12	ZAPOPAN, JALISCO	112	22.044167	-104.156945	1243756		20.4	19.1	18	13.7	17.1	39.5	48.8
13	MEXICALI, BAJA CALIFORNIA	109	32.61331	-115.45029	936826	11.6	18.7	20.8	18.5	16.1	19.1	51.1	53.7
14	OAXACA DE JUÁREZ, OAXACA	105	17.0813	-96.73564	263357	6.9						6.9	0
15	CENTRO, TABASCO	102	18.504722	-92.701944	640359		12.9	16.6	17.8	20.2	27	29.5	65
16	XALAPA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	102	19.53825	-96.90888	457928	6.7	7.8	9.5	15.9	26.3	37.6	24	79.8
17	VERACRUZ, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	97	19.1411	-96.1176	552156	8.1	9.1	10.5	16.9	29.1	30.9	27.7	76.9
18	AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES	95	21.88319	-102.2913	797010	7.5	22.9	18.8	13.5	13.6	16	49.2	43.1
19	HERMOSILLO, SONORA	94	28.639722	-111.526389	784342	9.1	16.9	16.5	16.2	18.3	24.6	42.5	59.1
20	TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS	86	16.746	-93.13263	553374	5.4	8.8	14.7	17.1	20	36.4	28.9	73.5
21	IZTAPALAPA, DISTRITO FEDERAL	85	19.34285	-99.05017	1815786		20.1	19.6	18.1	16.4	16.6	39.7	51.1
22	CUERNAVACA, MORELOS	82	18.93188	-99.24057	365168	6.7	15.4	17.5	17.5	18.1	24.3	39.6	59.9
23	GUSTAVO A. MADERO, DISTRITO FEDERAL	81	19.51877	-99.14395	1185772		16.9	19.5	17.7	19	18.1	36.4	54.8
24	MAZATLÁN, SINALOA	81	23.24674	-106.42226	438434	6.4						6.4	0
25	NEZAHUALCOYOTL, MÉXICO	80	19.43249	-99.03974	1110565		13.3	16.5	18	20.3	25	29.8	63.3
26	REYNOSA, TAMAULIPAS	80	26.0354	-98.2962	608891	4.5						4.5	0
27	TOLUCA, MÉXICO	76	19.29411	-99.63121	819561	3						3	0
28	ECATEPEC DE MORELOS, MÉXICO	74	19.57186	-99.03862	1656107							0	0
29	TORREÓN, COAHUILA DE ZARAGOZA	73	25.54861	-103.40192	639629	2.9						2.9	0
30	BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO	68	21.0818	-86.85553	661176							0	0
31	ACAPULCO DE JUÁREZ, GUERRERO	66	16.83546	-99.82789	789971	2.9	6.6	10.3	15.4	25.3	39.5	19.8	80.2
32	CELAYA, GUANAJUATO	66	20.52855	-100.81709	468469	10.2						10.2	0
33	ENSENADA, BAJA CALIFORNIA	62	31.84087	-116.61008	466814	7.7						7.7	0
34	NAUCALPAN DE JUÁREZ, MÉXICO	61	19.40693	-99.26939	833779		12	17.5	20.6	18.3	27.2	29.5	66.1
35	COYOACÁN, DISTRITO FEDERAL	58	19.3282	-99.15241	620416							0	0
36	AHOME, SINALOA	55	25.92133	-109.17528	416299		5	7.7	13.4	27.1	45	12.7	85.5
37	BENITO JUÁREZ, DISTRITO FEDERAL	55	19.38049	-99.16154	385439		14	16.1	16.7	22.4	25.5	30.1	64.6
38	MIGUEL HIDALGO, DISTRITO FEDERAL	55	19.42966	-99.21169	372889		17.7	18.6	16.6	20.9	18	36.3	55.5
39	TAMPICO, TAMAULIPAS	54	22.26624	-97.86949	297554	4.7						4.7	0
40	TAPACHULA, CHIAPAS	52	14.91136	-92.27796	320451	5.2	18.3	20	18	16.9	17.1	43.5	52
41	CÓRDOBA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	51	18.89017	-96.94009	196541	4.6						4.6	0
42	PACHUCA DE SOTO, HIDALGO	49	20.08466	-98.76332	267862	8						8	0
43	SALTILLO, COAHUILA DE ZARAGOZA	47	25.43039	-100.98439	725123	6.9						6.9	0
44	JUÁREZ, CHIHUAHUA	46	31.65383	-106.4432	1332131	1.6	8.5	13.3	20	19.3	35.7	23.4	75
45	IRAPUATO, GUANAJUATO	46	20.67749	-101.3418	529440	9.6						9.6	0
46	MATAMOROS, TAMAULIPAS	46	25.84392	-97.51494	489193	3.2						3.2	0
47	URUAPAN, MICHOACÁN DE OCAMPO	46	19.40439	-102.04609	315350	3.1	20.4	17.9	18.2	17.3	16	41.4	51.5
48	DURANGO, DURANGO	45	24.02273	-104.64828	582267	1.7	17.9	19.1	17.9	15.2	22.1	38.7	55.2
49	COATZACOALCOS, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	45	18.13422	-94.46303	305260	5.2	16.1	17	16.6	20.3	23.2	38.3	60.1
50	CUAUTLA, MORELOS	45	18.83407	-98.9345	175207	3.7						3.7	0
51	ÁLVARO OBREGÓN, DISTRITO FEDERAL	44	19.35305	-99.23527	727034		14	20.1	17.5	19.7	22.3	34.1	59.5
52	TUAINPANTLA DE BAZ, MÉXICO	44	19.54827	-99.16484	664225	0						0	0
53	TLAQUEPAQUE, JALISCO	43	20.59868	-103.33821	608114							0	0
54	SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN	43	25.73589	-100.27028	443273							0	0
55	TLAPAN, DISTRITO FEDERAL	42	19.26636	-99.1735	650567							0	0
56	CHIHUAHUA, CHIHUAHUA	42	28.67113	-106.10523	819543	3.5						3.5	0
57	TULTITLÁN, MÉXICO	41	19.6457	-99.15252	486998							0	0
58	TEPIC, NAYARIT	40	21.50099	-104.87697	380249	7.2						7.2	0
59	CAJEME, SONORA	39	30.521111	-112.261111	409310							0	0
60	GUADALUPE, NUEVO LEÓN	38	26.528889	-100.463333	678006		12.2	17.6	20.1	17.3	29.3	29.8	66.7
61	ZAMORA, MICHOACÁN DE OCAMPO	38	19.99255	-102.28609	186102	3.1	17.6	20.1	19.3	18.2	17.5	40.8	55
62	ORIZABA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	38	18.85909	-97.09677	120995	7.1						7.1	0
63	CHIHPANCIÑO DE LOS BRAVO, GUERRERO	37	17.54773	-99.49969	241717	3.9						3.9	0
64	POZA RICA DE HIDALGO, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	37	20.53432	-97.44458	193311	8.3	14.7	18.6	19.5	21.5	19.1	41.6	60.1
65	CAMPECHE, CAMPECHE	35	19.83444	-90.52734	259005	5.9						5.9	0
66	CHIMALHUACÁN, MÉXICO	34	19.41199	-98.94242	614453							0	0
67	VICTORIA, TAMAULIPAS	34	23.741	-99.14332	321953	7.3	16.1	16.4	16.7	17.5	26	39.8	60.2
68	COMITÁN DE DOMÍNGUEZ, CHIAPAS	34	16.22773	-92.13036	141013		10.8	12.1	14.6	21.5	35.7	22.9	71.8
69	GÓMEZ PALACIO, DURANGO	33	25.5852	-103.49208	327985		13.6	18.3	21	20.4	23.6	31.9	65
70	MINATITLÁN, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	33	18.00457	-94.56589	157840	6.8	15.7	20.1	19.4	19.9	19.8	42.6	59.1
71	NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS	32	27.45226	-99.54459	384033	3.5	11.7	15.1	15.8	19.8	32.9	30.3	68.5
72	GUASAVE, SINALOA	32	25.57071	-108.4728	285912							0	0
73	LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR	32	24.11644	-110.30271	251871	7.3						7.3	0
74	CÁRDENAS, TABASCO	31	17.99301	-93.37591	248481		8.4	14.2	17	20.6	36.7	22.6	74.3
75	SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS	31	16.73203	-92.6424	185917	3.6	16.9	17	15.8	18.2	24.1	37.5	58.1
76	NICOLÁS ROMERO, MÉXICO	30	19.6193	-99.30742	366602							0	0
77	TEHUACÁN, PUEBLA	30	18.461	-97.40762	274906	3.1	19.4	20.3	17.9	19.6	15.9	42.8	53.4
78	CIUDAD MADERO, TAMAULIPAS	29	22.2783	-97.82152	197216		18.8	20.9	17.4	19.2	16.7	39.7	53.3
79	CUAUTITLÁN IZCALLI, MÉXICO	28	19.65772	-99.22577	511675		13.1	17.6	17.9	21.1	24.4	30.7	63.4
80	XOCHIMILCO, DISTRITO FEDERAL	27	19.25458	-99.07901	415007		19.6	23.1	18.8	16.7	14.9	42.7	50.4
81	COLIMA, COLIMA	27	19.2418	-103.72861	146904	6.5	18.5	18.9	17.5	16.6	21.3	43.9	55.4
82	TONALA, JALISCO	26	20.63222	-102.25119	478689							0	0
83	SAN ANDRÉS TUXTLA, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	26	18.44181	-95.21367	157364							0	0
84	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO	26	18.34465	-99.52729	140263		14	18	16.1	20.6	27.5	32	64.2
85	SALVADOR ALVARADO, SINALOA	26	25.976111	-108.381389	79085		15.8	17.1	18.1	18.6	23.6	32.9	60.3
86	NOGALES, SONORA	25	31.2881	-110.94265	220292	4.5						4.5	0
87	LÁZARO CÁRDENAS, MICHOACÁN DE OCAMPO	25	17.95888	-102.1878	178817							0	0
88	LA PIEDAD, MICHOACÁN DE OCAMPO	25	20.34193	-102.02758	99576	4.5	16.1	19.9	21.7	16.1	21.7	40.5	59.5
89	TECÁMAC, MÉXICO	24	19.71007	-98.97032	364579		10.9	16.3	18.5	21.9	28.8	27.2	69.2
90	TULANCINGO DE BRAVO, HIDALGO	24	20.09224	-98.36285	151584	2.3						2.3	0
91	SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA	23	32.44574	-114.75872	178380	5						5	0
92	SAN MARTÍN TEXMELUCÁN, PUEBLA	23	19.28845	-98.43477	141112	3.5						3.5	0
93	SAN PEDRO CHOLULA, PUEBLA	23	19.07592	-98.31206	120459							0	0
94	ACAYUCÁN, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	23	17.95111	-94.91319	83817		11.2	14.4	17.7	22.1	30.1	25.6	69.9
95	APIZACO, TLAXCALA	23	19.41366	-98.1397	76402	13.3	16.1	17.2	15.6	18.8	24	46.6	58.4
96	VENUSTIANO CARRANZA, DISTRITO FEDERAL	22	19.43206	-99.08733	430078							0	0
97	LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR	22	22.89959	-109.93283	2								

ANEXO 1. 170 Ciudades con la mayor cantidad de laboratorios y su nivel socioeconómico.

No.	MUNICIPIO	LABORATORIOS PRIVADOS	LATITUD	LONGITUD	POBLACIÓN	A/B	C+	C	C-	D+	D/E	Suma A-C	Suma C-a E
109	PIEDRAS NEGRAS , COAHUILA DE ZARAGOZA	20	28.69106	-100.54516	152806	3.1						3.1	0
110	MOROLEÓN , GUANAJUATO	20	20.12589	-101.19776	49364							0	0
111	COACALCO DE BERRIOZÁBAL , MÉXICO	19	19.63718	-99.10049	278064							0	0
112	MONCLOVA , COAHUILA DE ZARAGOZA	19	26.90779	-101.42667	216206	3.5						3.5	0
113	FRESNILLO , ZACATECAS	19	23.18293	-102.87289	213139		10.6	14.3	17.2	22.6	32.2	24.9	72
114	GUAYMAS , SONORA	19	27.92728	-110.90792	149299	6.1	9	14	18.6	22.4	33.7	29.1	74.7
115	BOCA DEL RÍO , VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	19	19.10648	-96.10573	138058		16.1	19.4	19.5	16.1	22.8	35.5	58.4
116	DELICIAS , CHIHUAHUA	19	30.403056	-108.591944	137935		17.5	20.2	18.8	16.7	20.4	37.7	55.9
117	SALINA CRUZ , OAXACA	19	17.993056	-96.945556	82371		11.8	14.5	16.8	19.5	33.9	26.3	70.2
118	SAHUAYO , MICHOACÁN DE OCAMPO	19	20.06096	-102.72328	72841							0	0
119	JUTEPEC , MORELOS	18	18.89616	-99.18351	196953							0	0
120	HUIMANGUILLO , TABASCO	18	17.82785	-93.39011	179285		8.3	10.8	15.1	27.4	35.8	19.1	78.3
121	MANZANILLO , COLIMA	18	19.08538	-104.29403	161420							0	0
122	SOLIDARIDAD , QUINTANA ROO	18	20.754167	-86.975555	159310							0	0
123	CUAUHTEMOC , CHIHUAHUA	18	28.4124	-106.85812	154639							0	0
124	ATLIXCO , PUEBLA	18	18.90442	-98.44665	127062							0	0
125	ZIHUATANEJO DE AZUETA , GUERRERO	18	17.64033	-101.55781	118211							0	0
126	TEMIXCO , MORELOS	18	18.84455	-99.236	108126							0	0
127	TÓNALA , CHIAPAS	18	16.0884	-93.75746	84594							0	0
128	CUAJIMALPA DE MORELOS , DISTRITO FEDERAL	17	19.36088	-99.28676	186391							0	0
129	NAVOJOA , SONORA	17	27.06792	-109.4518	157729							0	0
130	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC , OAXACA	17	18.06949	-96.1412	155766		12.9	15.9	16	20.6	27.5	28.8	64.1
131	APATZINGÁN , MICHOACÁN DE OCAMPO	17	19.08895	-102.34886	123649							0	0
132	SAN PEDRO GARZA GARCÍA , NUEVO LEÓN	17	25.65098	-100.36758	122659							0	0
133	HIDALGO DEL PARRAL , CHIHUAHUA	17	26.949	-105.67759	107061							0	0
134	MARTÍNEZ DE LA TORRE , VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	17	20.07127	-97.05372	101358							0	0
135	OCOTLÁN , JALISCO	17	20.33836	-102.76773	92967	5.1	23.7	25.1	21.7	15	8.9	53.9	45.6
136	TEZIUTLÁN , PUEBLA	17	19.8172	-97.36098	92246							0	0
137	TEPEACA , PUEBLA	17	18.9704	-97.90268	74708							0	0
138	SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ , SAN LUIS POTOSÍ	16	22.17502	-100.92764	267839							0	0
139	SALAMANCA , GUANAJUATO	16	20.5665	-101.19222	260732	7						7	0
140	TEXCOCO , MÉXICO	16	19.50893	-98.88253	235151							0	0
141	MACUSPANA , TABASCO	16	17.75931	-92.59236	153132							0	0
142	ZACATECAS , ZACATECAS	16	22.76321	-102.58868	138176	2.5						2.5	0
143	PALENQUE , CHIAPAS	16	16.318333	-93.336944	110918							0	0
144	COATEPEC , VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE	16	19.45513	-96.95857	86696		12.3	16.4	17.7	23.5	25.7	28.7	66.9
145	PUERTO VALLARTA , JALISCO	15	20.64086	-105.22452	255681	7						7	0
146	METEPEC , MÉXICO	15	19.25553	-99.60272	214162							0	0
147	HUEJUTLA DE REYES , HIDALGO	15	21.13971	-98.4121	122905							0	0
148	HIDALGO , MICHOACÁN DE OCAMPO	15	19.68998	-100.5548	117620		15.9	19.5	19.4	21.9	18.2	35.4	59.5
149	ACÁMBARO , GUANAJUATO	15	20.02389	-100.72422	109030							0	0
150	ZAPOTLÁN EL GRANDE , JALISCO	15	20.46457	-102.9251	100534		11.1	15.2	16.9	18.1	34.5	26.3	69.5
151	SALVATIERRA , GUANAJUATO	15	20.21398	-100.87625	97054							0	0
152	IXMIQUILPAN , HIDALGO	15	20.49026	-99.2231	86363		6.4	9.7	13	19.2	50.2	16.1	82.4
153	ZACAPU , MICHOACÁN DE OCAMPO	15	19.82011	-101.78415	73455							0	0
154	HEROICA CIUDAD DE HUAJAPAN DE LEÓN , OAXACA	15	17.8047	-97.7827	69839							0	0
155	JOJUTLA , MORELOS	15	18.61512	-99.17989	55115							0	0
156	TLAJOMULCO DE ZUÑIGA , JALISCO	14	20.46373	-103.44126	416626							0	0
157	IZTACALCO , DISTRITO FEDERAL	14	19.39897	-99.09648	384326							0	0
158	CIUDAD VALLES , SAN LUIS POTOSÍ	14	21.98859	-99.0155	167713							0	0
159	NAVOLATO , SINALOA	14	24.75728	-107.70298	135603		19.1	17.6	15.9	11.9	22.1	36.7	49.9
160	BAHÍA DE BANDERAS , NAYARIT	14	20.80711	-105.24807	124205							0	0
161	SAN FRANCISCO DEL RINCÓN , GUANAJUATO	14	21.02006	-101.85005	113570	5.7						5.7	0
162	SAN PEDRO , COAHUILA DE ZARAGOZA	14	25.393333	-100.600000	102650							0	0
163	AMOZOC , PUEBLA	14	19.04855	-98.07485	100964							0	0
164	PLAYAS DE ROSARITO , BAJA CALIFORNIA	14	32.35817	-117.0574	90668							0	0
165	CHIAUTEMPAN , TLAXCALA	14	19.31262	-98.18951	66149							0	0
166	LOS REYES , MICHOACÁN DE OCAMPO	14	19.640556	-102.040833	64141							0	0
167	VALLE HERMOSO , TAMAULIPAS	14	23.661389	-99.754444	63170							0	0
168	RIOVERDE , SAN LUIS POTOSÍ	13	21.92064	-99.9824	91924	4.1						4.1	0
169	XICOTEPEC , PUEBLA	13	20.26858	-97.96231	75601							0	0
170	VILLA CORZO , CHIAPAS	13	16.17938	-93.26519	74477							0	0

Ciudades elegidas por nivel socioeconómico
 Ciudades elegidas por turismo de salud