



**MARCO TEÓRICO  
PARA IDENTIFICAR  
INICIATIVAS PARA  
INCREMENTAR LA  
RESILIENCIA SÍSMICA  
DE UNA CIUDAD  
-CON EJEMPLOS DE LA CDMX-**





**MARCO TEÓRICO**  
PARA IDENTIFICAR  
INICIATIVAS PARA  
**INCREMENTAR LA**  
**RESILIENCIA SÍSMICA**  
**DE UNA CIUDAD**  
-CON EJEMPLOS DE LA CDMX-



PAPEL PROCEDENTE DE FUENTES RESPONSABLES  
Impreso en México

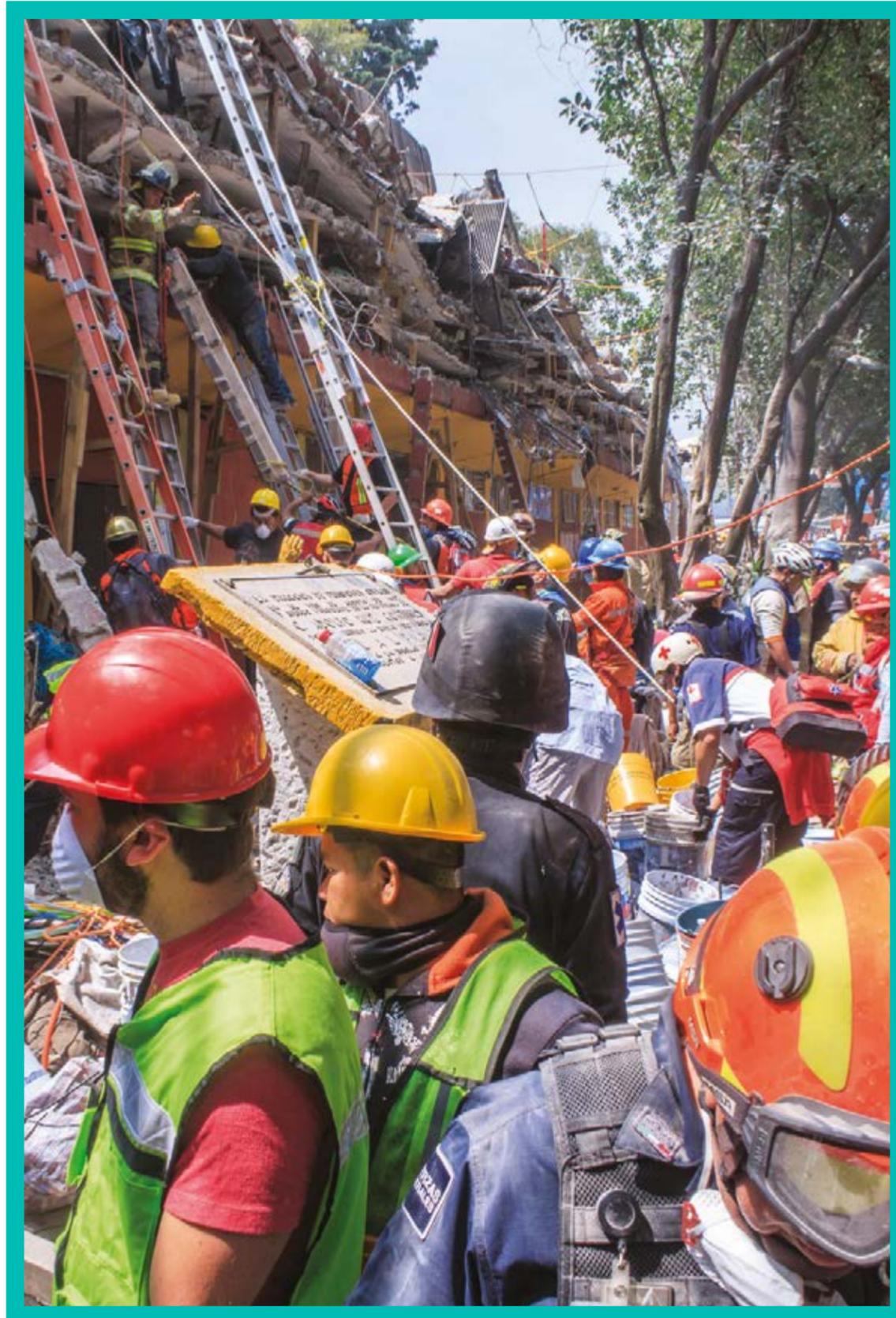


# ÍNDICE

Objetivo del documento.....	7
Contexto.....	9
¿Qué es Resiliencia Sísmica?.....	11
Introducción a la metodología.....	13
Introducción a las características sísmicas de México.....	15
Metodología por tema, explicada con ejemplo del diagnóstico y recomendaciones para la CDMX.....	17
A Vulnerabilidad de inmuebles.....	19
B Infraestructuras y servicios estratégicos: cómo determinar cuáles de estos deben diagnosticarse / analizarse de manera prioritaria.....	27
B-I Agua y drenaje.....	31
B-II Movilidad.....	39
B-III Central de abastos: ejemplo de la CDMX.....	45
C Esquema de aseguramiento: mejores prácticas y ejemplo de la CDMX.....	47
D Protocolos de emergencia: marco teórico y ejemplo de la CDMX.....	49
Inventario para emergencias, introducción de 6 elementos clave para atender la emergencia y ejemplo de la CDMX.....	51
Cuerpos de rescate.....	54
Kits de herramientas.....	55
E Mecanismo de vigilancia: mejores prácticas y ejemplo de la CDMX.....	57
F Entendimiento del peligro: inversión comparativa de otros países vs México.....	59
Resumen de acciones recomendadas para la CDMX.....	61

## OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene el propósito de exponer la metodología y el marco teórico aplicado para definir las iniciativas con el mayor potencial de fortalecer la resiliencia sísmica de la CDMX. Puede consultarse como referencia para realizar estudios similares en cualquier otra ciudad en el país.



## CONTEXTO

Tras registrarse el sismo del pasado 19 de septiembre, el Gobierno de la CDMX, con el apoyo de otras entidades públicas y diversas instituciones de la sociedad civil, emprendió una serie de medidas para atender inmediatamente las situaciones de emergencia y asegurar la reconstrucción de la infraestructura urbana.

Poco después, la Secretaría de Medio Ambiente y la Agencia de la Resiliencia comenzaron un esfuerzo para diseñar iniciativas de mediano y largo plazo dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la CDMX, así como para optimizar su capacidad de respuesta ante eventos similares.

Para realizar esta tarea, dichas entidades del gobierno local trabajaron en conjunto con la consultora Bain & Company México, quien dedicó al proyecto un equipo de seis consultores durante 4 meses. Estos servicios fueron prestados de manera gratuita, fruto del compromiso social de dicha empresa.

Este estudio es resultado de un esfuerzo altamente colaborativo. Se contó con la participación de los líderes de todos los grupos de trabajo relevantes incluyendo el Gobierno de la CDMX, dependencias federales, instituciones académicas, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil; se realizaron entrevistas a más de 70 colaboradores de las entidades mencionadas. Todos estos actores proporcionaron información relevante, asesoraron el desarrollo de las metodologías y validaron las conclusiones que corresponden a sus ámbitos de experiencia.

**LÍDERES DEL ESFUERZO**

**OFICINAS DE GOBIERNO DE LA CDMX Y FEDERAL**

**EXPERTOS, ACADÉMICOS E INICIATIVA PRIVADA**

## ¿QUÉ ES RESILIENCIA SÍSMICA?

Para la Real Academia Española, resiliencia significa “*capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido*”. En el contexto de este estudio, por resiliencia sísmica nos referimos a la capacidad que tiene el conjunto de las autoridades de la ciudad – apoyadas por organizaciones privadas y de la sociedad civil organizada – para responder a las emergencias derivadas de un sismo de tal magnitud y aceleración que provoque daño o destrucción, así como para reestablecer las condiciones que les permitan a los habitantes desarrollar sus actividades cotidianas.

# INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA

El proceso sugerido para encontrar las iniciativas con mayor potencial para fortalecer la resiliencia sísmica de una ciudad consiste de cinco pasos fundamentales: 

**1**

**Identificar cuáles son los elementos principales que determinan la resiliencia sísmica de la zona urbana bajo estudio.**

En el caso de la Ciudad de México se identificaron los siguientes elementos:

- Vulnerabilidad de inmuebles
- Vulnerabilidad de infraestructura estratégica
- Esquema de aseguramiento de la Ciudad
- Protocolos de emergencia
- Inventario de equipo necesario para atender una emergencia
- Implementación de códigos de construcción y mecanismos de vigilancia para inmuebles
- Entendimiento del peligro sísmico

2

Realizar un diagnóstico de cada uno de los elementos principales, con el objetivo de focalizar los esfuerzos en aquellas áreas que presenten necesidades críticas.

3

Identificar mejores prácticas locales o internacionales para cada uno de los elementos bajo análisis.

4

Con base en el diagnóstico y las mejores prácticas identificadas, proponer las iniciativas de mejora, que pueden consistir en la implementación de nuevas políticas urbanas o ajustes a políticas existentes, inversiones y/o el establecimiento de metas e indicadores de seguimiento para cada uno de los elementos considerados en el estudio.

5

Poner en marcha un plan de implementación, o cuando menos, una asignación de responsabilidades y metas que facilite el seguimiento de las iniciativas definidas.

# INTRODUCCIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE MÉXICO

México se caracteriza por una intensa actividad sísmica a través de todo el territorio; existen diferentes tipos de sismos:

- Sismo de Subducción, es el movimiento que se genera entre dos placas, un ejemplo histórico de este temblor es el del 85
- Sismos Profundo, es un movimiento intra-placa, un ejemplo es el del 19S
- Sismo Cortical, es un movimiento intra-placa con menor profundidad, un ejemplo es el de Acambay en 1912

Para la CDMX el peligro se exagera por factores relacionados al tipo de suelo (lacustre vs lomerío) y las condiciones geográficas extraordinarias como por ejemplo la zona entre lomeríos.



## **METODOLOGÍA POR TEMA**

---

EXPLICADA CON EJEMPLO  
DEL DIAGNÓSTICO Y  
RECOMENDACIONES  
PARA LA CDMX



## VULNERABILIDAD DE INMUEBLES

Una de las tareas más importantes para incrementar la resiliencia sísmica de una ciudad es identificar cuáles de sus inmuebles presentan características de alto riesgo, para someter cada uno de éstos a una evaluación individual en la que personal capacitado determine si los edificios deben ser demolidos, reforzados, o si se encuentran en condiciones de riesgo aceptable.

En el estudio para la CDMX, se comenzó por determinar las características que definen la vulnerabilidad de los inmuebles ante un sismo. Estas incluyen:

- Número de pisos de construcción
- Ubicación dentro de una cuadra (p.ej si está en una esquina, o colindante a otro edificio vulnerable),
- Tipo de suelo sobre el que fueron construidos (lomerío vs lacustre)
- Antigüedad, si fueron edificados antes o después de 1987, fecha en la que se fortalecieron los códigos de construcción
- Material de construcción y el tipo de inmueble (de acuerdo con los requerimientos del código de construcción vigente)

CRITERIOS DETERMINANTES DE LA VULNERABILIDAD PARA CDMX



**ASOCIADOS AL TIPO DE SISMO**

★ **ZONA DE INMUEBLE**

Lacustre  
Transición  
Lomerío

★ **NIVELES DE CONSTRUCCIÓN**

1-5 pisos  
5-10 pisos  
+10 pisos



**ASOCIADOS A TEMAS ESTRUCTURALES**

★ **AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

Previo a 1987  
Posterior al 1987

● **LOCALIZACIÓN EN CUADRA**

Esquina  
Edificaciones vecinas vulnerables

● **TIPO DE CONSTRUCCIÓN**

Losa plana  
Losa cruzada

- **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**
- **ZONAS DE HUNDIMIENTO DIFERENCIADO**
- **CONTINUIDAD DE LA ESTRUCTURA**

Remodelación sin asesoría estructural  
Planta baja débil  
Autoconstrucción

● **TIPO DE INMUEBLE**

Código de edificación aplicable  
(grupos): A, B1 y B2

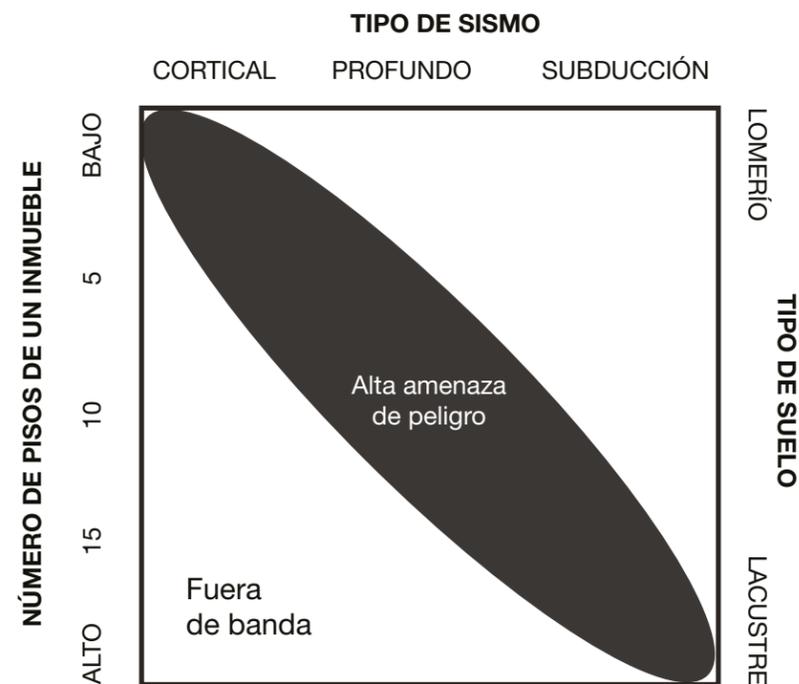
★ Información disponible en catastro

Cabe destacar, que en el caso de la CDMX evaluar el riesgo de vulnerabilidad en inmuebles es complejo ya que depende de múltiples variables y de la combinación entre ellas. Sismos de diferente naturaleza (subducción vs profundos) afectan de manera distinta a inmuebles de características específicas y en distintos tipos de suelo.

El riesgo al que está expuesto un inmueble durante un sismo se define en función de:

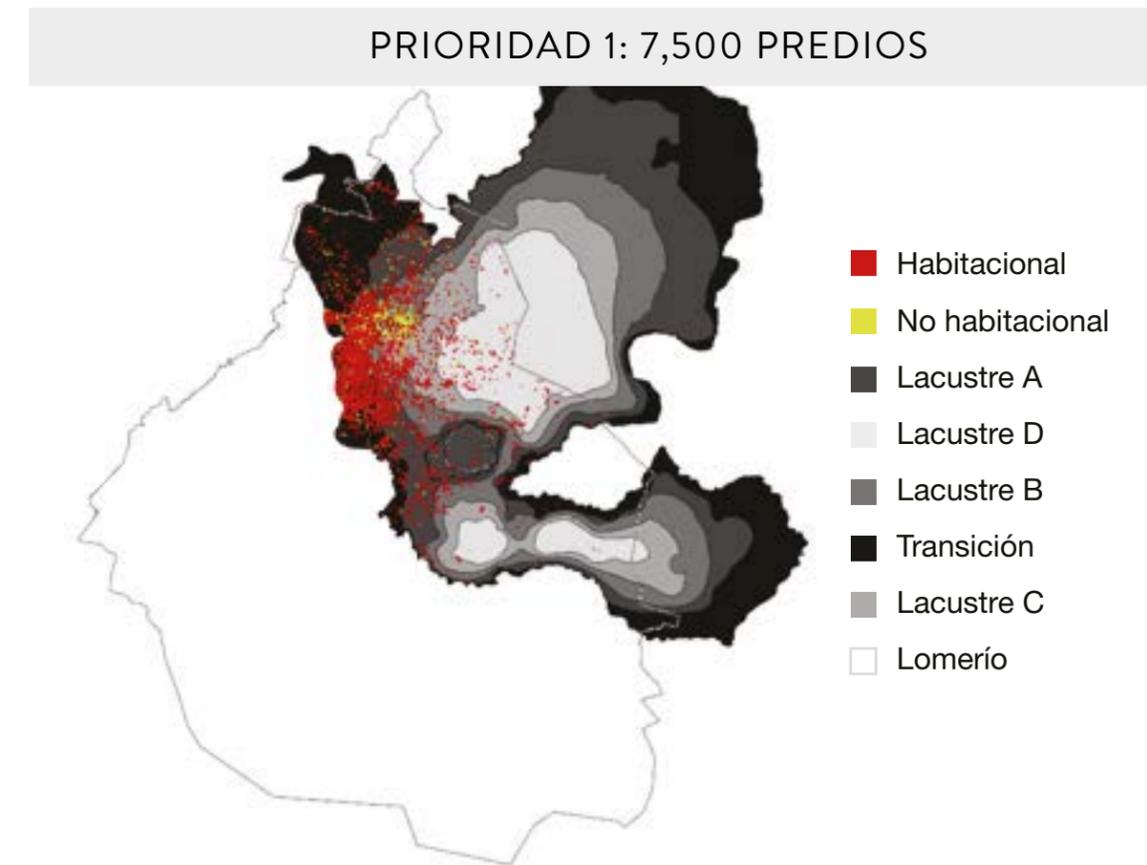
- Tipo de sismo
- Magnitud
- Distancia al epicentro
- Características específicas del edificio, pero puede ser magnificado por el tipo de suelo en el que el inmueble se encuentre

Como se muestra en la figura, sismos de subducción afectan en mayor medida a los edificios de más de 10-15 niveles en la zona lacustre; sismos del tipo profundo afectan a los edificios medianos de 5-10 pisos en la zona de transición y lacustre; sismos corticales (de epicentro local) pueden afectar en mayor medida a edificios bajos en la zona de lomerío.



Para identificar aquéllos inmuebles que presentan características de alto riesgo ante un sismo, en la CDMX se estudió la información de los 1.2 millones de predios registrados en el catastro, de los cuales 1.1 millones son habitacionales y 90 mil no habitacionales.

Entre éstos, se detectaron aproximadamente 7,500 inmuebles de alta prioridad para ser evaluados de forma individual. Cabe destacar que éstos representan menos del 1% del total de los edificios, y que se ubican principalmente en las delegaciones Cuauhtémoc y Benito Juárez.



Adicionalmente, se concluyó que las 46 mil viviendas de asentamientos humanos irregulares, concentradas en las delegaciones:

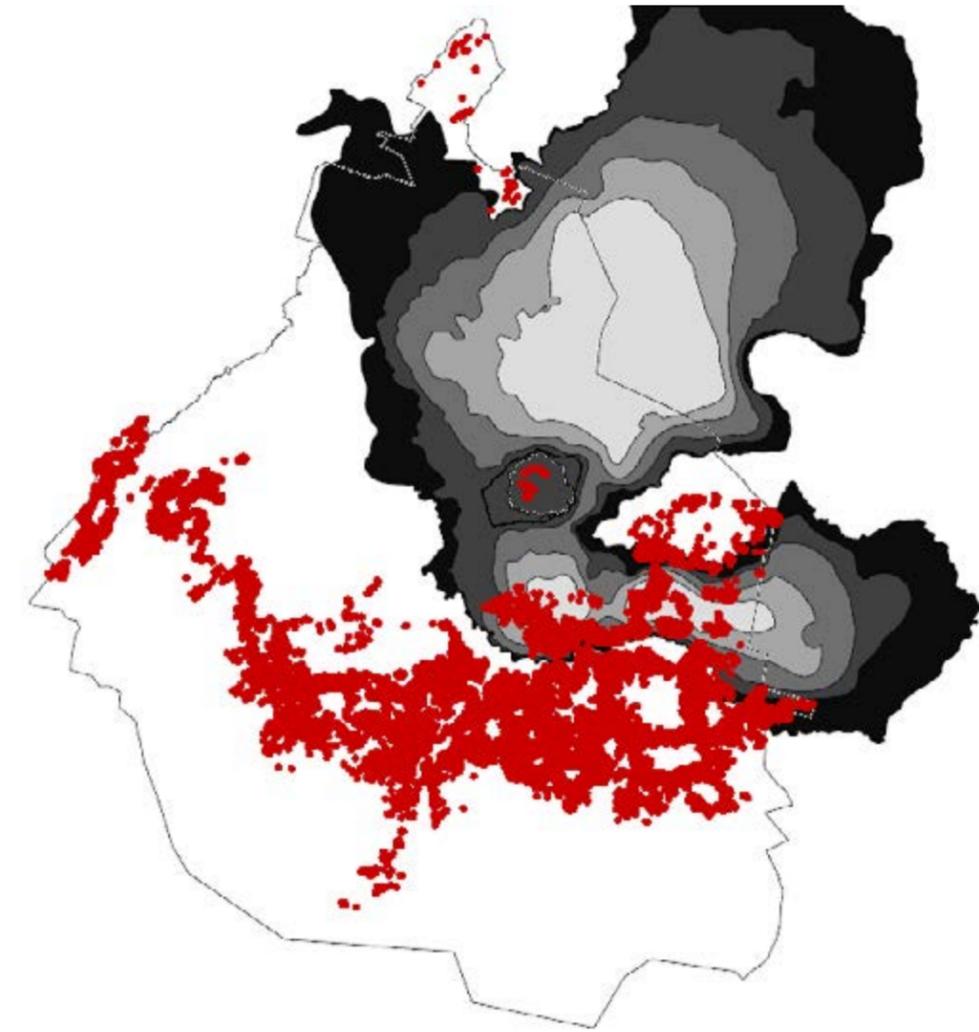
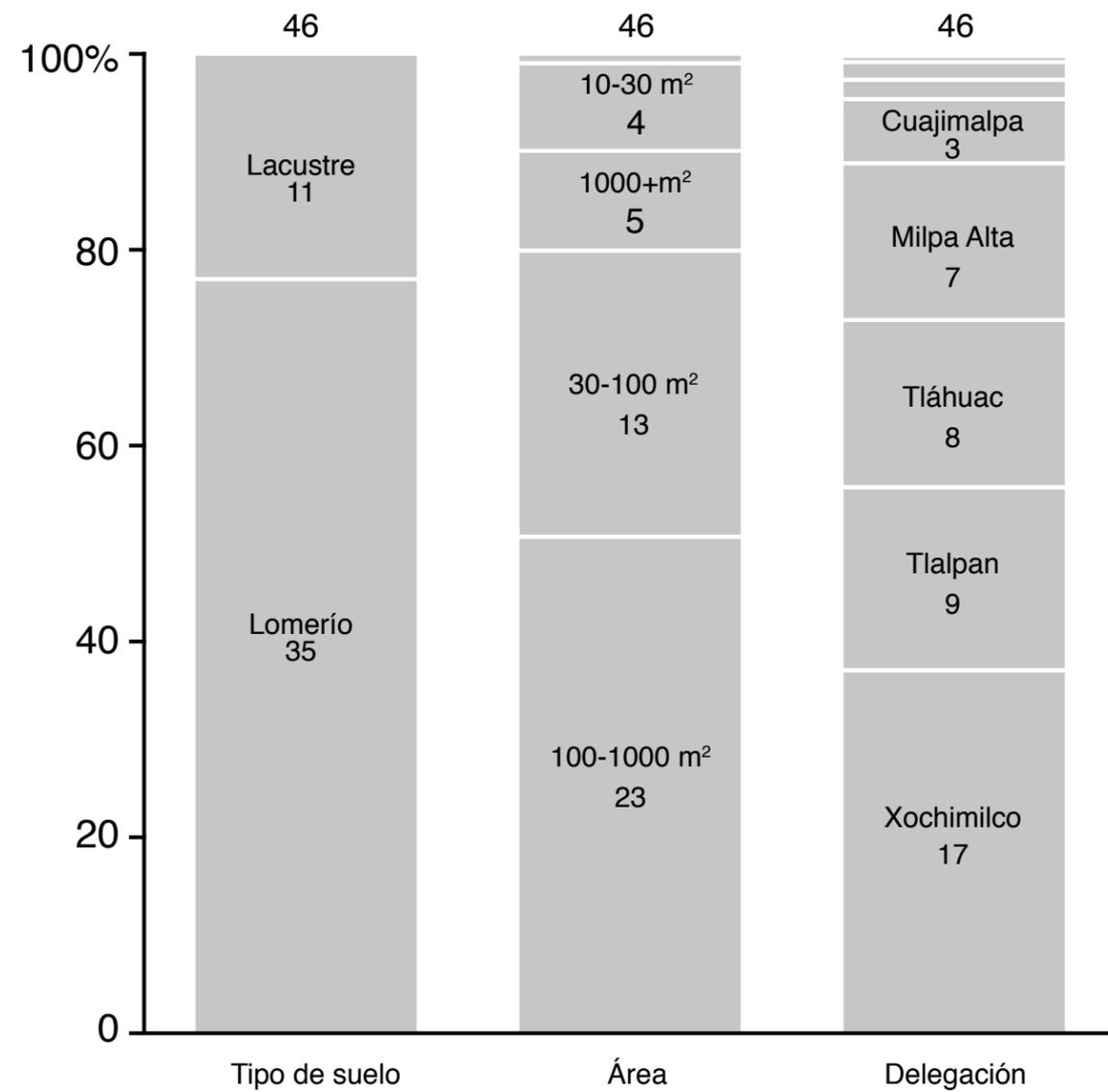
Xochimilco, Tlalpan, Tláhuac y Milpa Alta

deben considerarse también como inmuebles a evaluar de forma prioritaria, pues algunas de estas viviendas se encuentran en zonas de alto riesgo y fueron construidas sin asesoría estructural alguna.

CARACTERÍSTICAS CLAVE DE LA VIVIENDA IRREGULAR

~80 ESTÁN UBICADAS EN TIPO DE SUELO LOMERÍO

Viviendas Irregulares: Diagnóstico  
K (miles) de viviendas



ASENTAMIENTOS	<span style="color: red;">■</span> Irregular
TIPO DE SUELO	<span style="background-color: #333; color: white;">■</span> Lacustre A
	<span style="background-color: #666; color: white;">■</span> Lacustre B
	<span style="background-color: #999; color: white;">■</span> Lacustre C
	<span style="background-color: #ccc; color: white;">■</span> Lacustre D
	<span style="background-color: #000; color: white;">■</span> Transición
	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Lomerío

Nota: Asentamientos irregulares a 2015  
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente



## INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS ESTRATÉGICOS: CÓMO DETERMINAR CUÁLES DE ESTOS DEBEN DIAGNOSTICARSE / ANALIZARSE DE MANERA PRIORITARIA

Por infraestructuras y servicios estratégicos nos referimos a aquellos, que aseguren que los habitantes de una ciudad puedan recibir los productos y servicios que satisfagan sus necesidades básicas de alimentación, higiene y comunicación; así como a aquellos que requieran los residentes para realizar sus actividades cotidianas de tipo social, laboral, o estudiantil.

Algunos de los sistemas que son considerados como **“líneas de vida”** son los de aguas, electricidad y abasto de alimentos. Idealmente, para incrementar la resiliencia de una ciudad se analizaría la totalidad de los elementos que componen la infraestructura estratégica, pero de presentarse restricciones de tiempo y presupuesto, se debe dar prioridad a aquellas infraestructuras y servicios estratégicos que requieren atención más urgente.

Para definir el tipo de infraestructura y sistemas prioritarios para el estudio de la CDMX, se emplearon dos criterios fundamentales: el grado de relevancia que estos tienen para la ciudadanía y el estado actual en el que se encuentran.

**Para definir el grado de relevancia se consideraron dos factores:**

- 1 El número de personas que utilizan el servicio y el número de personas que podrían sufrir afectaciones, y repercusiones en otros servicios/actividades, mientras que para definir el grado de relevancia se consideró la existencia de protocolos de respuesta ante emergencias, si existían afectaciones antes sismos recientes.

- 2 Estado actual de la infraestructura (como se muestra en la matriz). Como resultado de este análisis se priorizaron los sistemas de agua y drenaje, abasto y movilidad, así como los protocolos y elementos de respuesta ante una emergencia.

A continuación, se describe el análisis de cada una de las infraestructuras y sistemas que fueron considerados como prioritarios para la resiliencia de la CDMX.

**MATRIZ DE PRIORIZACIÓN**



- Agua y drenaje
- Electricidad
- Residuos sólidos
- Telecom
- Capacidad emergencia
- Abasto
- Gas
- Movilidad
- Aeropuerto
- Respuesta emergencia

**CRITERIOS PARA PRIORIZAR**

**1 Importancia estratégica para el funcionamiento de la CDMX**

Dimensionar las consecuencias que la interrupción del servicio y los daños a la infraestructura tendrían en el funcionamiento de la ciudad después de un sismo

- Número de personas que podrían ser afectadas (dependiendo de puntos vulnerables)
- Repercusiones en otros servicios / actividades

**2 Estado actual y preparación ante emergencia**

Entender qué tan preparado está el servicio para afrontar la emergencia

- Existencia y eficacia de los protocolos de respuesta
- Afectaciones tras el sismo del 19 de septiembre
- Estado de la infraestructura
  - % construida antes de 1985
  - % en zona de riesgo



## AGUA Y DRENAJE

Para la infraestructura de agua y drenaje se planteó una metodología que permite identificar los componentes del sistema que requieren inversiones urgentes para fortalecer la resiliencia sísmica de una ciudad.

Esta metodología sugiere, como primer paso, identificar los tipos de componentes que integran el sistema de agua y de drenaje. Posteriormente, se determina cuáles de estas categorías resultan las más críticas, de acuerdo con dos criterios:

- 1 Qué tan estratégico es el tipo de componente para el funcionamiento general del sistema
- 2Cuál es su nivel de vulnerabilidad

Para determinar qué tan estratégica es la categoría del componente se toman en consideración los siguientes aspectos:

- Importancia relativa: el grado de dependencia con otros componentes del sistema
- Capacidad: el nivel de volumen que puede procesar
- Tiempo y/o costo de restablecimiento

Por otra parte, para definir la vulnerabilidad del tipo de componente, se consideran las siguientes características:

- Antigüedad: años transcurridos desde su construcción o última remodelación
- Ubicación: grado de riesgo de la zona en la que se encuentra
- En el caso de la CDMX la zona de hundimientos diferenciados es la más riesgosa
- Estado actual: si ha presentado daños recientes y/o fallas o durante el último sismo de una magnitud significativa

Siguiendo la metodología descrita, en la CDMX se identificaron las inversiones urgentes para fortalecer los componentes más vulnerables y estratégicos del sistema de agua y drenaje:

## ABASTO DE AGUA

Se requiere una inversión de 1.8 mil MDP

Para fortalecer y aumentar la resiliencia de la red primaria y los acueductos, ya que éstos se identificaron como los componentes más estratégicos y vulnerables de la red.

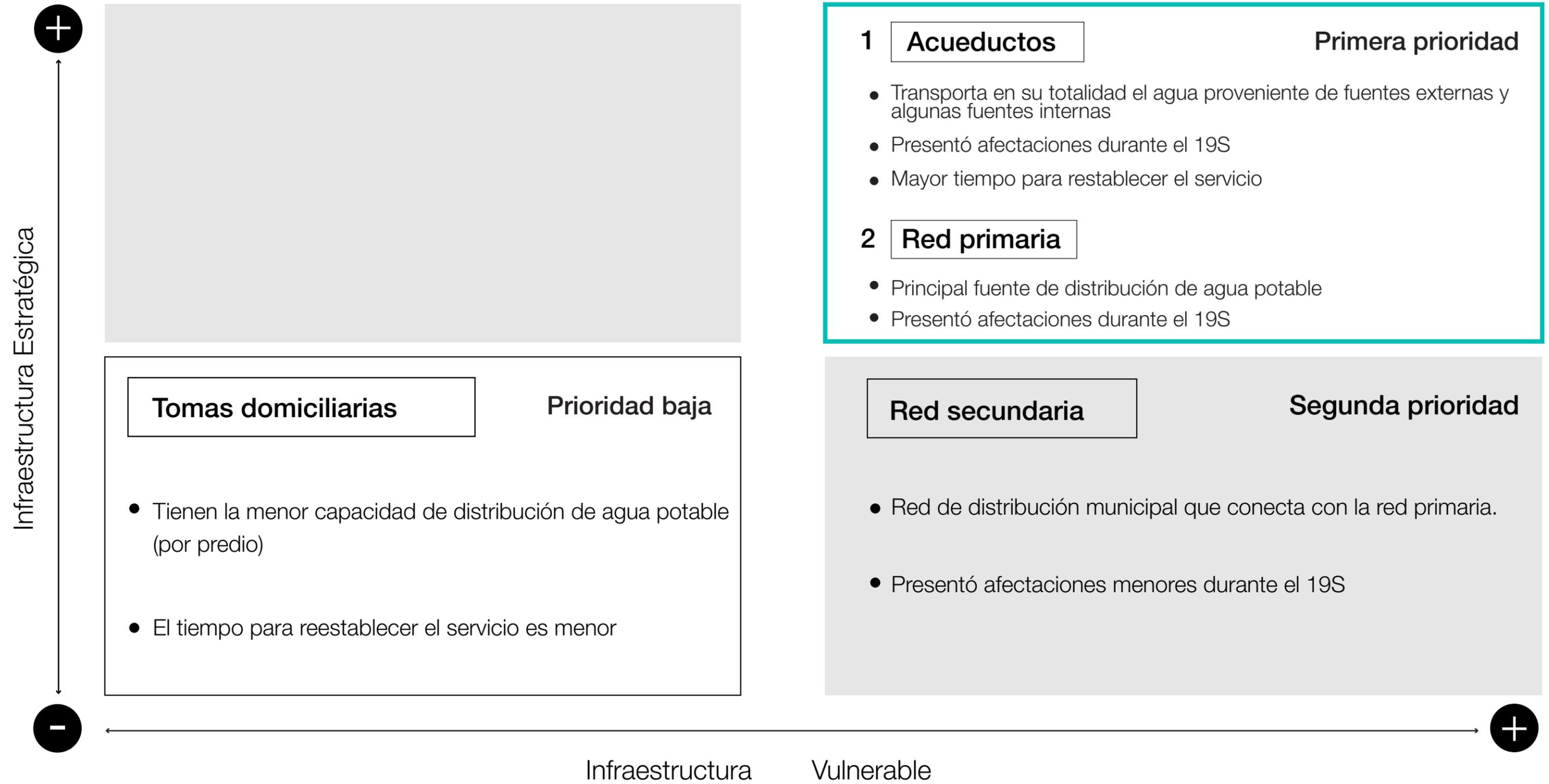
## DRENAJE

Se identificó a la red primaria (colectores) como el componente más estratégico y vulnerable

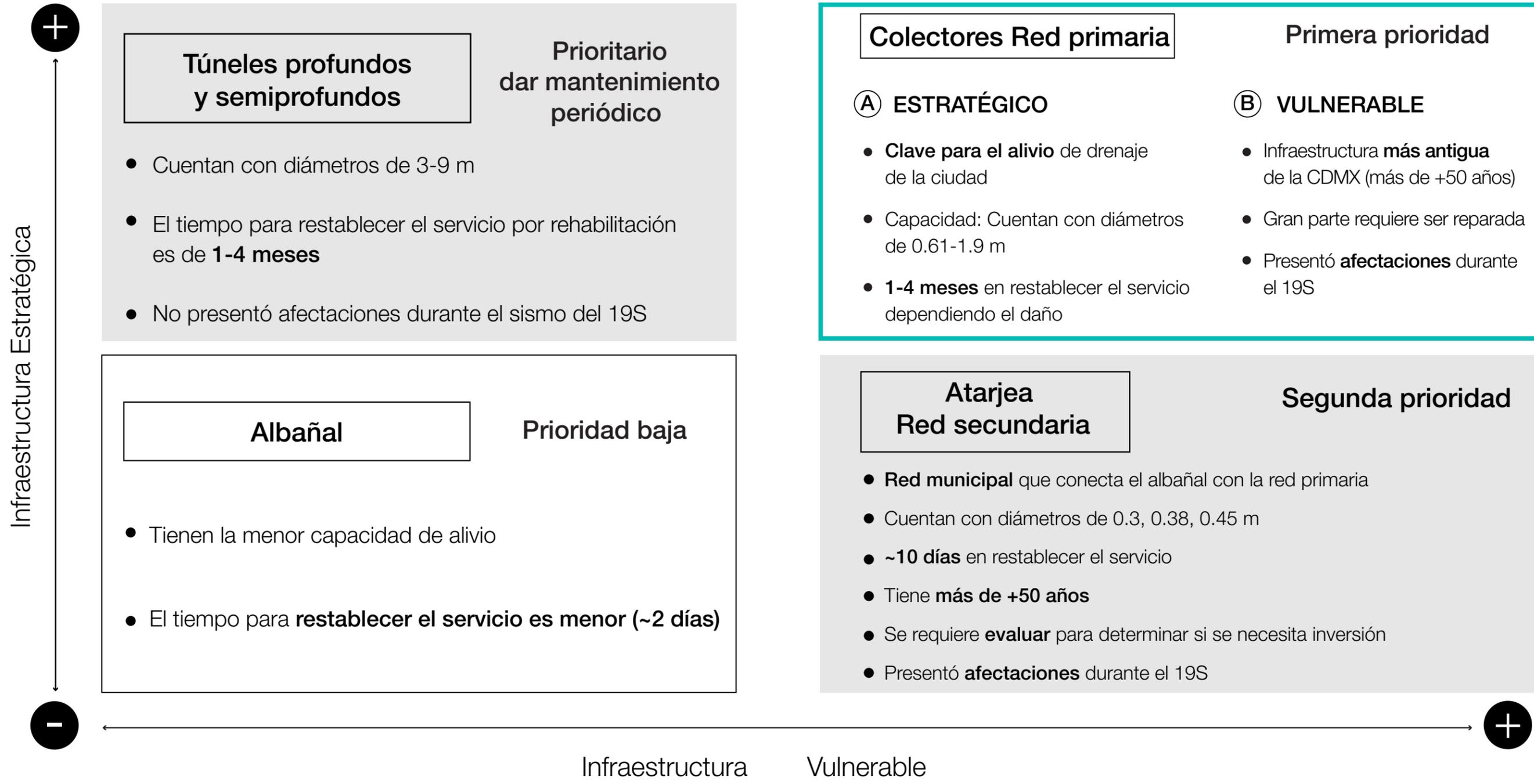
Requiere de una inversión de 2 mil 590 MDP al 2024

Para reemplazar ~37km de colectores que necesitan atención inmediata

EJEMPLO DE PRIORIZACIÓN DE COMPONENTES PARA AGUA POTABLE



EJEMPLO DE PRIORIZACIÓN DE COMPONENTES PARA DRENAJE



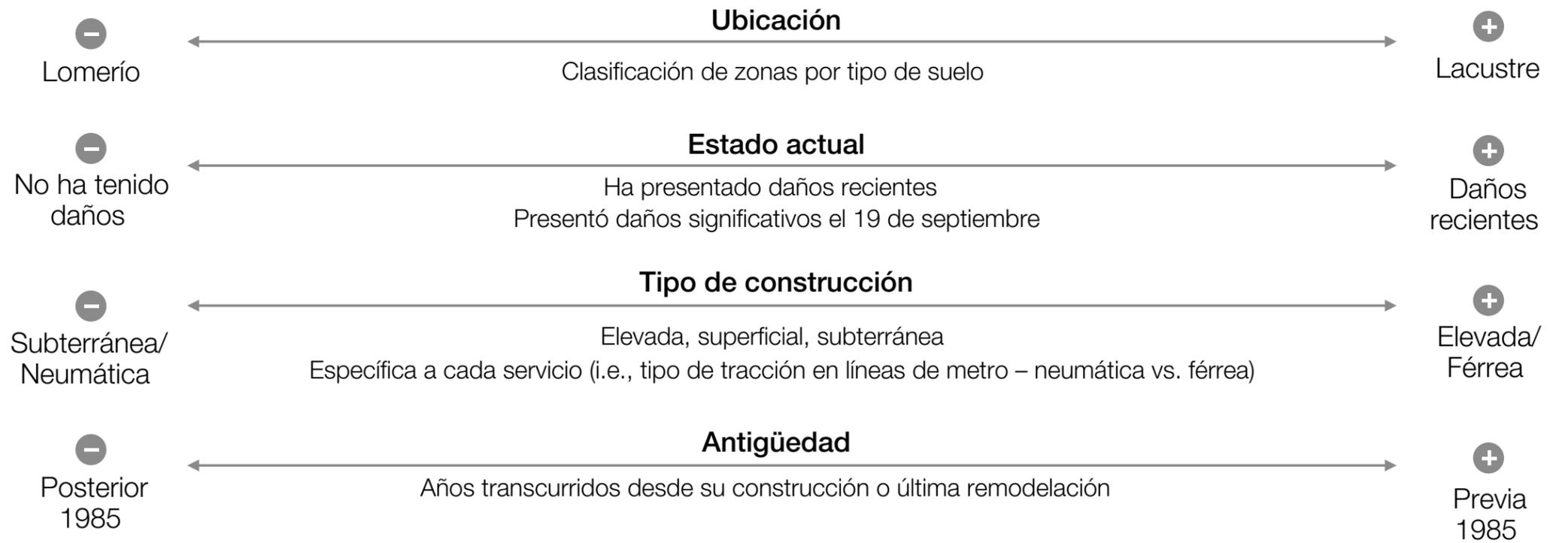
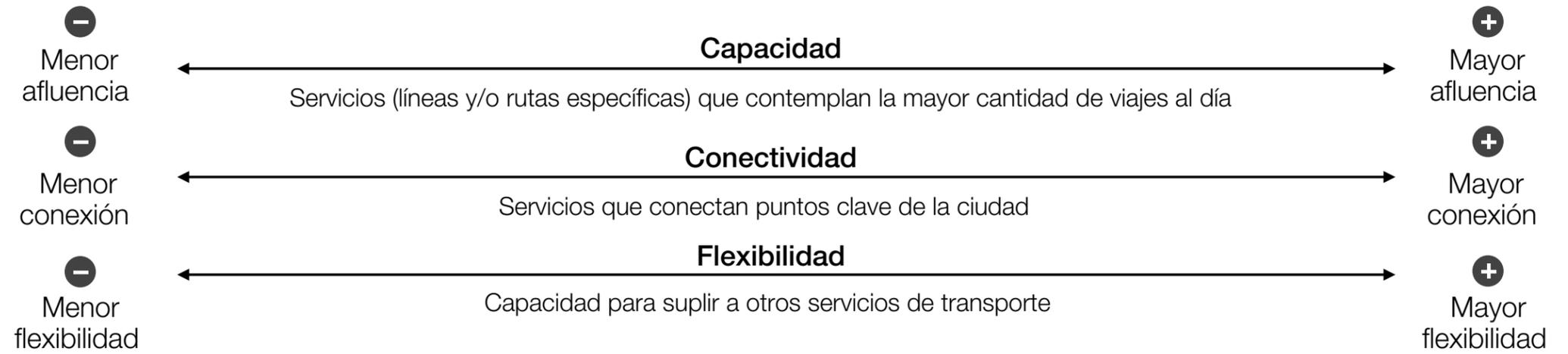


## MOVILIDAD

Con la finalidad de identificar los puntos neurálgicos de los principales sistemas de transporte de personas se realizó una priorización aplicando una serie de criterios, entre los que se incluyen:

**Capacidad · Conectividad · Ubicación**  
**Tipo de construcción y Antigüedad**

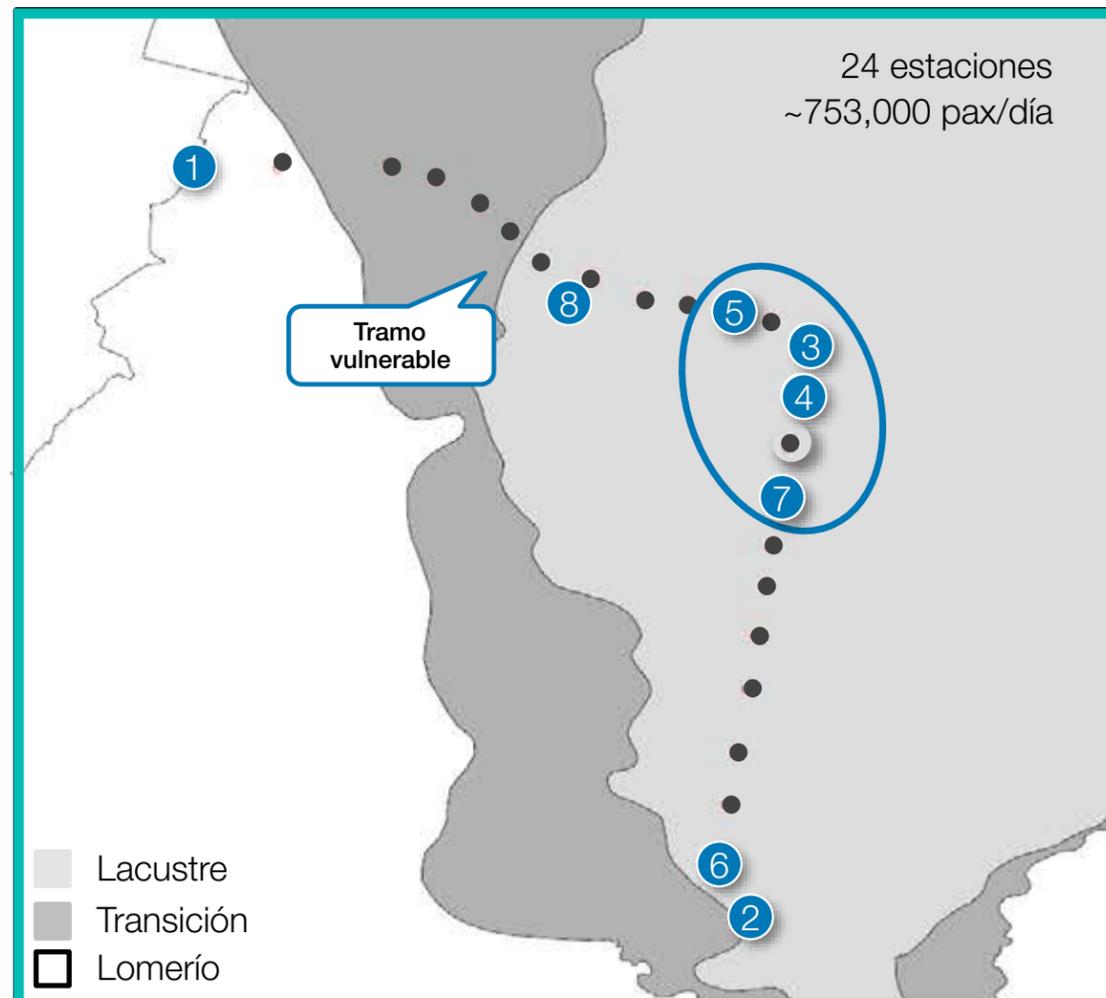
La aplicación de estos criterios permite identificar qué tramos/estaciones/líneas son las más estratégicas y vulnerables, y por ende, deben reforzarse y contar con planes de contingencia ante un sismo de alta magnitud. Con esta focalización de recursos se asegura que los sistemas de movilidad estén mejor preparados para continuar con su operación en el evento de un sismo de alta magnitud, y en caso de que esto no fuera posible, que se cuente con un plan de contingencia para mitigar el impacto de que no se encuentren funcionando.



## EJEMPLO LÍNEA 2: CUATRO CAMINOS - TASQUEÑA

### VULNERABILIDAD DE LA LÍNEA

- ⊕ 92% en zona de riesgo
- ⊕ 10/24 estaciones son superficiales
- ⊕ Línea construida entre 1970-1984
- ⊖ Toda la línea tiene tracción neumática
- ⊖ No presentó daños el 19 de septiembre



Para el estudio de la CDMX se examinó la infraestructura de movilidad del Metro, Metrobús y CETRAM.

La conclusión de este análisis es que se requiere reforzar y crear planes de contingencia para los siguientes componentes de estos tres sistemas:

- **Metro:** Se deben reforzar las líneas 1, 2 y 3, en las cuales se realizan aproximadamente el 50% de todos los viajes. Asimismo, se deben reforzar las estaciones más vulnerables, así como elaborar planes de redundancia para definir las acciones a seguir en caso de que éstas no se encuentren en condiciones de funcionar tras un sismo.
- **Metrobús:** Se identificaron las líneas 1, 3 y 5 como las más estratégicas debido a la cantidad de usuarios que transportan y su conectividad. Para éstas, deben definirse planes de redundancia en caso de que enfrentaran una discontinuidad de servicios tras un sismo.
- **CETRAM:** Se debe realizar una evaluación técnica para determinar si se deben reforzar 5 de los 41 CETRAMS: El Rosario, Pantitlán, Taxqueña, Politécnico y Tacuba. Éstos presentan características de alta vulnerabilidad y son particularmente estratégicos ya que se encuentran en zona lacustre, fueron construidos antes de 1985, tienen construcción superficial / elevada y transportan a más de 100 mil usuarios por día.



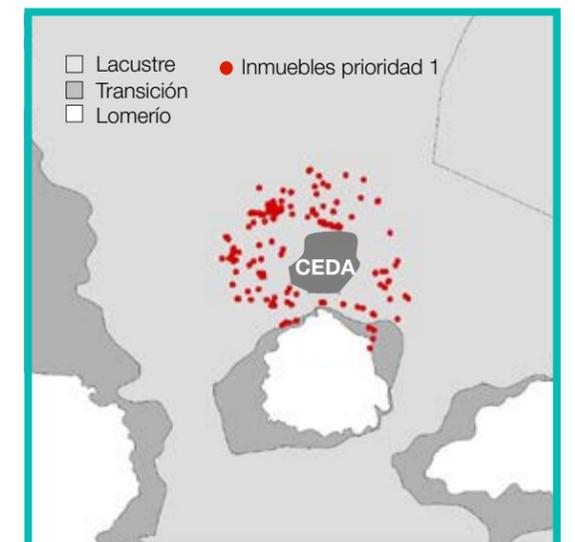
## CENTRAL DE ABASTOS: EJEMPLO DE LA CDMX

La Central de Abastos (CEDA) es especialmente relevante para la ciudad: a través de ella se venden 30 mil toneladas de alimentos cada día que son comercializados. Además de ello, es un punto nodal para el abasto alimentario de otras ciudades de la región.

Existen al menos dos factores de riesgo para la CEDA ante sismos:

Se encuentra en zona lacustre y cuenta con algunos edificios altamente vulnerables que podrían sufrir daños considerables ante un sismo. Además, aunque no sufriera daños en sus instalaciones, sus avenidas aledañas pudieran verse afectadas tras un terremoto, lo que limitaría las entradas y salidas de consumidores y proveedores.

Cabe mencionar que la CEDA cuenta con protocolos bien definidos de respuesta ante la emergencia causada por un sismo. Sin embargo, todavía es necesario identificar puntos alternos para mantener el abasto de la CDMX y la región en el caso de que la CEDA enfrentara daños en su estructura o en sus vialidades de acceso tras un terremoto de magnitud considerable.





## ESQUEMA DE ASEGURAMIENTO: MEJORES PRÁCTICAS Y EJEMPLO DE LA CDMX

En otros países de Latinoamérica se considera a México como un referente de mejores prácticas en materia de gestión de riesgos y aseguramiento por desastres naturales.

El país cuenta con un equipo especializado para la gestión de riesgo, protege el patrimonio del estado por medio de seguros tradicionales, cuenta con fondos de prevención y atención a desastres, y mantiene la sostenibilidad de estos fondos por medio de instrumentos de cobertura financiera (como el bono catastrófico y un seguro en exceso de pérdida).

En particular, la CDMX ha realizado avances significativos en el aseguramiento de sus inmuebles e infraestructura estratégicos a través de la contratación de seguros tradicionales. Por otra parte, cuenta con un fondo de atención a desastres (FONADEN). Sin embargo, en el estudio se definieron 3 iniciativas que resultan necesarias para reforzar el esquema actual de aseguramiento de la CDMX:

- Complementar el FONADEN con un seguro paramétrico y/o un seguro en exceso de pérdida
- Establecer incentivos para promover el aseguramiento de particulares
- Reforzar capacidades técnicas de gestión de riesgos y aseguramiento de la ciudad

Un referente de mejores prácticas internacionales en capacidades técnicas de gestión de riesgos es el CCRIF: el instrumento de manejo de riesgo multinacional para los países del Caribe.

El comité que conduce la toma de decisiones del CCRIF está integrado por 5 miembros que cuentan con amplia experiencia en la materia: al menos 20 años en seguros y fianzas. Este comité analiza el valor de los activos y la pérdida esperada anual, para así identificar el nivel de cobertura deseado y los instrumentos financieros necesarios para conseguirla.

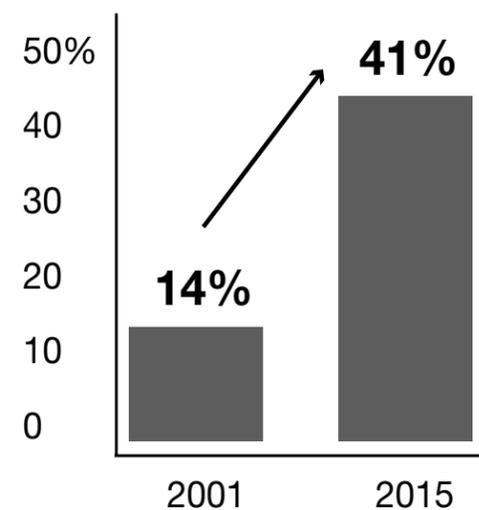
Por otra parte, como mejor práctica referente a establecer los incentivos correctos para fomentar seguros particulares, se ha identificado a la ciudad de Manizales, Colombia, que cuenta con una póliza de seguro voluntario desde 1999. El pago de la prima se realiza a través del impuesto predial, de acuerdo con el valor catastral del inmueble.

## TURQUÍA



### Penetración Seguro Obligatorio contra Terremotos 2001-2015

Asimismo, se ha identificado como referencia a Turquía, donde el Fondo Común de Seguro contra Catástrofes (TCIP) ofrece seguros obligatorios con pólizas accesibles contra sismos. Los particulares deben presentar una póliza válida para realizar transacciones sobre sus propiedades inmobiliarias, así como para abrir cuentas de servicios públicos (agua, luz, gas). Con este esquema, hasta el año 2015 se logró una penetración del 41% de los particulares asegurados.



## PROTOCOLOS DE EMERGENCIA: MARCO TEÓRICO Y EJEMPLO DE LA CDMX

Un protocolo de atención a la emergencia consiste en una serie de acciones, planeadas con antelación, que deben ejecutar una serie de actores/personas específicas, siguiendo un orden pre-determinado. Estos actores deben de contar con la capacidad operativa, competencia legal y conocimiento técnico para llevar a cabo estas acciones y tomar decisiones en colaboración con las instituciones y los terceros privados involucrados.

Para prepararse ante un sismo futuro, se deben establecer protocolos para todas las etapas de la emergencia:

**Mitigación y prevención:** son las acciones tomadas para prevenir la magnitud de la emergencia, por ejemplo, contar con códigos de construcción estrictos y actualizados.

**Preparación:** planes que definen las autoridades competentes para la toma de decisiones y ejecución de acciones al presentarse una emergencia.

**Respuesta:** acciones tomadas para salvar vidas y prevenir mayores daños durante la emergencia.

**Recuperación:** acciones tomadas para que la ciudad regrese a la normalidad y se reparen los daños sufridos.

**Los protocolos deben se fáciles de entender, progresivos, colaborativos y flexibles.**



Como referencia de mejores prácticas, en Japón las bases para la administración de riesgo y los protocolos de atención a emergencias se encuentran definidos por la ley, y ésta les da el carácter de obligatorios.

La CDMX ya cuenta con protocolos e infraestructura dedicada a coordinar la respuesta a la emergencia ante terremotos.

Sin embargo, la experiencia del reciente sismo del 19S hizo evidente que existe la oportunidad de mejorar los protocolos existentes. Por ejemplo, éstos se deben adecuar para mejorar la coordinación entre las autoridades y la sociedad civil, y en el caso de algunos protocolos en particular – como el de la revisión de daños en inmuebles – se deben detallar aún más las responsabilidades de cada uno de los actores involucrados.



## INVENTARIO PARA EMERGENCIAS

INTRODUCCIÓN DE  
6 ELEMENTOS CLAVE PARA  
ATENDER LA EMERGENCIA Y  
EJEMPLO DE LA CDMX

Se identificaron **6 categorías prioritarias** de equipo necesario para atender la emergencia ante un sismo:

1

### AMBULANCIAS



Ambulancias para el traslado de heridos graves en el día a día y en la emergencia

2

### HOSPITALES



Camas censables en hospitales de segundo y tercer nivel para la atención de heridos graves

3

### CUERPO DE RESCATE



Equipos capacitados y especializados (técnica USAR) para el rescate de víctimas en estructuras colapsadas

### KITS DE RESCATE



Equipos, insumos y herramientas que cada equipo USAR necesita para la labor de rescate de víctimas

4

### PLANTA DE LUZ



Plantas de luz portátiles para labores de rescate (iluminación y generación de electricidad para herramientas)

5

### PIPAS DE AGUA



Inventario clave para el abastecimiento de agua en zonas de la ciudad cuya infr. hídrica se afecte en un sismo

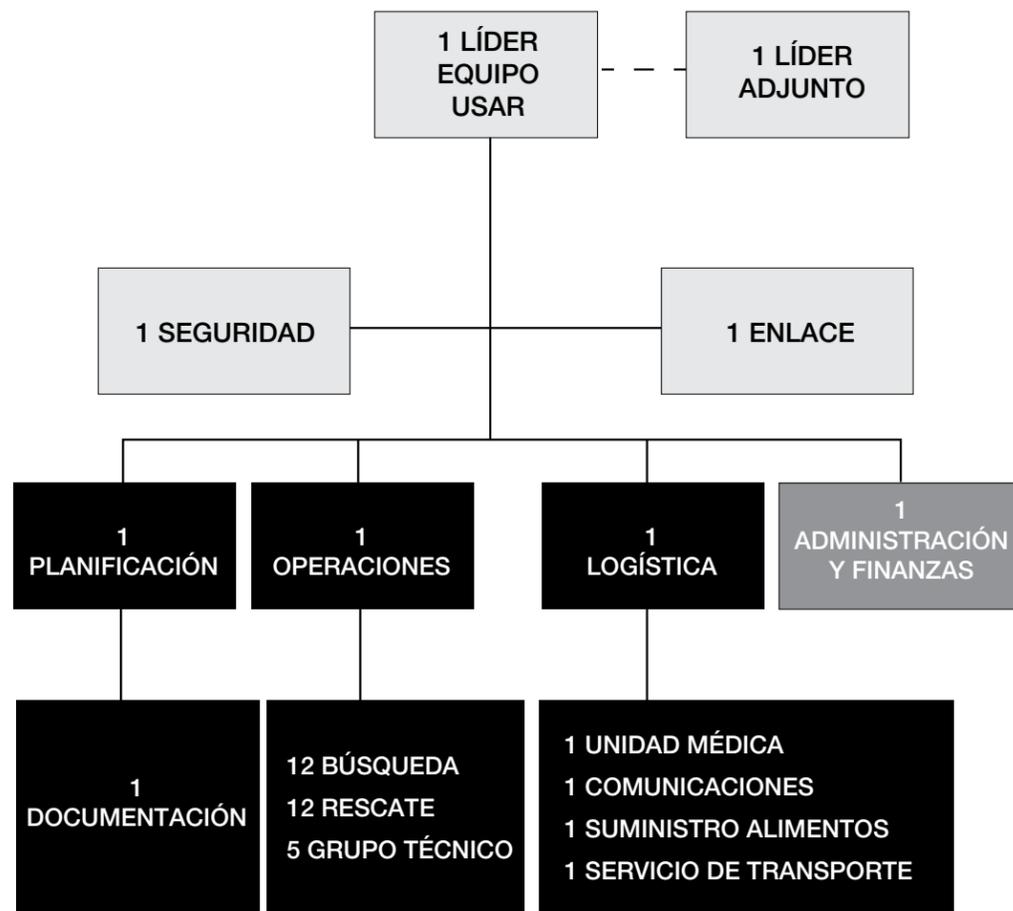
6

## CUERPOS DE RESCATE

Se componen de 42 personas capacitadas para rescatar víctimas ante el derrumbe de un inmueble y son acreditados con la metodología USAR (Urban Search and Rescue), desarrollada por INSARAG (Grupo Asesor Internacional de Operaciones de Búsqueda y Rescate de Naciones Unidas) y utilizada en más de 80 países. Actualmente sólo existen 24 equipos en todo el país, de los cuales 10 están basados en la CDMX.

### ORGANIZACIÓN DE UN EQUIPO USAR

Las normas de INSARAG dictan que un **equipo USAR mediano** debe estar conformado por **42 elementos**.



## KITS CON HERRAMIENTAS

Los cuerpos de rescate utilizan kits con herramientas específicas para la búsqueda y rescate de víctimas. Estos equipos incluyen sensores de movimiento, cámaras infrarrojas, motosierras de cadena, generadores, palas y lámparas

**El costo aproximado de cada kit es de 5 mdp.**

### EJEMPLOS DE HERRAMIENTAS

<b>EQUIPO DE BÚSQUDA TÉCNICA</b>	 Sensores de movimiento	 Drones
	 Cámaras infrarrojas	 Radars
<b>HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y ACCESORIOS</b>	 Motosierras de cadena	 Generadores (5KW)*
	 Sierras circulares	 Palas de punta
<b>PROTECCIÓN PERSONAL</b>	 Cascos con respiradores	 Lentes de seguridad
	 Lámparas de cabeza	 Arneses de rescate



Como metodología para evaluar si una ciudad está preparada con el inventario de equipo necesario para atender una emergencia se sugiere calcular el nivel de inventario actual de cada uno de los 6 elementos mencionados, y compararlo con el nivel de inventario “ideal” para así entender la brecha en cada uno de los elementos.

Posteriormente se debe establecer un plan para cerrar la brecha entre el inventario actual y el inventario ideal.

En la CDMX, la contingencia provocada por el sismo del 19 de septiembre de 2017 fue menor a la que se presentó ese mismo día en el año 1985. Sin embargo, si se presenta una emergencia de la magnitud del 19S 1985 existirían brechas importantes en el inventario disponible de los siguientes insumos clave:

ambulancias, camas de hospitales, cuerpos de rescate, kits de rescate, plantas de luz y pipas de agua.

Por lo tanto, es indispensable definir planes de coordinación entre dependencias, así como realizar acuerdos con la iniciativa privada, para lograr contar con el inventario adecuado y desplegarlo ante una emergencia.

## MECANISMO DE VIGILANCIA: MEJORES PRÁCTICAS Y EJEMPLO DE LA CDMX

En México existe la oportunidad de fortalecer la adopción de esquemas de reglamentos de construcción, ya que cada municipio tiene la competencia para regular los temas relacionados a la construcción dentro de su demarcación. Resulta preocupante que, de acuerdo con ciertas estimaciones, los municipios que no cuentan con un reglamento específico representan el 54% del territorio nacional.

La CDMX sirve como un punto de referencia en materia de regulación de construcción, ya que cuenta con un reglamento desde 1957. Este instrumento ha sido perfeccionado a través del tiempo. Fue adecuado en 1987 y se establecieron criterios más rigurosos para enfrentar el peligro identificado en la localidad y desde entonces, se distinguen ciertos tipos de inmuebles según su relevancia y tipo de suelo. Este reglamento ha sido recientemente modificado y reforzado en 2017.



Adicional al riguroso Reglamento de Construcción, la CDMX cuenta con un mecanismo de vigilancia a la aplicación del mismo: Se designa a un Director Responsable de Obra (DRO) y a distintos corresponsables para autorizar los proyectos, verificar la obra y realizar revisiones subsecuentes a los inmuebles de manera periódica.

Como parte del estudio, se han identificado mejores prácticas que podrían ser implementadas en la CDMX para mejorar la calidad de la supervisión de la implementación del reglamento de construcción.

Entre ellas destaca el esquema de Notarías en el país, en las cuales se garantiza una compensación elevada y de esta forma se evita guerra de precios que pudiera traer como consecuencia la disminución de la calidad de las verificaciones, ya que el sistema de precios es semi-estandarizado.



Otras mejores prácticas internacionales incluyen el esquema de Curadurías Urbanas en Colombia, en donde los profesionales que vigilan la construcción de inmuebles deben cumplir con requisitos estrictos para poder ejercer, y también requieren contar al menos 10 años de experiencia como profesionales en la industria.



Otro referente lo encontramos en Los Angeles department of building and safety, en donde los planos se entregan electrónicamente para ser aprobados por ingenieros estructurales y toda la información queda registrada en el departamento.

## ENTENDIMIENTO DEL PELIGRO: INVERSIÓN COMPARATIVA DE OTROS PAÍSES VS MÉXICO

Con respecto al monitoreo sísmico en México, existe un nivel relativamente bajo de inversión en relación a otros países, como lo demuestra la siguiente comparación:

- Japón tiene un territorio de 378 km<sup>2</sup> y cuenta con un presupuesto de \$64 millones de USD al año
- Chile tiene una extensión de 756 km<sup>2</sup> y tiene un presupuesto de \$4 millones USD al año
- México con un territorio de 1,964 km<sup>2</sup> y únicamente destina \$1 millón de USD al año.

Es fundamental ampliar la red del sistema de monitoreo de la actividad sísmica en el Valle de México para mejorar el entendimiento del peligro. La inversión de las iniciativas propuestas representa alrededor de 300 millones de pesos (USD ~16.5 M). El fortalecimiento de la red deberá acompañarse con una partida presupuestal independiente que garantice su continuidad operativa

# **RESUMEN DE ACCIONES**

---

RECOMENDADAS  
PARA LA CDMX



- **Enfocarse** en los **7,500 inmuebles de alta prioridad** para ser evaluados individualmente
- Revisar las **46,000 viviendas irregulares**



- **Infraestructura hídrica:** Dar prioridad a **\$1,830 MDP** necesarios para la **red primaria / acueductos** y a **\$2,590 MDP** para **colectores** del sistema de drenaje
- **Movilidad:** Reforzar y crear planes de redundancia para las líneas **1 / 2 / 3 del Metro**, las líneas **1 / 3 / 5 del Metrobús** y los **5 CETRAMS** estratégicos
- **Central de abasto:** Identificar una **alternativa** que sustituya la capacidad de la CEDA



- **Complementar** el FONDEN con un **seguro paramétrico**
- **Establecer incentivos** para promover el aseguramiento de **particulares**
- **Reforzar** la capacidad técnica de **gestión de riesgo** y aseguramiento de la CDMX



- Detallar responsabilidades / roles para protocolos identificados, como por ejemplo las **revisiones de seguridad estructural** de los inmuebles



- Definir planes y **coordinación entre dependencias**, así como acuerdos con la **iniciativa privada** para **cerrar las brechas identificadas** del inventario necesario para atender emergencias



- Aprender de las **mejores prácticas** para **reforzar el proceso de revisión de planos** y los **incentivos de DROs**



- **Fortalecer la red del SSN** con una inversión de USD \$16.5 M para incrementar el conocimiento de los sismos con epicentro local

CDMX  
CIUDAD DE MÉXICO

---

**BAIN & COMPANY**

**CDMX** | **BAIN & COMPANY**  
CIUDAD DE MEXICO