

#### 4.1 COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES

Para determinar la vulnerabilidad de un sistema es necesario dividirlo en sus elementos o componentes, dado que la vulnerabilidad compuesta o resultante de un sistema ante un sismo determinado, es función de la vulnerabilidad de cada uno de sus componentes.

Un componente es una parte discreta de un sistema capaz de operar independientemente pero diseñado, construido y operado como parte integral del sistema total.

En la práctica todo sistema de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado sanitario tiene los mismos componentes, que se enlistan en los Cuadros Nos. 4.1 y 4.2 . Estos son los componentes que deben ser considerados en el análisis de vulnerabilidad global del sistema. Para el análisis detallado de vulnerabilidad de cada componente - como soporte al análisis general o para el análisis detallado de un componente que resulte crítico - éste puede subdividirse en subcomponentes, como se indica en los mismos cuadros.

Por ejemplo, si una planta de tratamiento resulta el componente crítico de un sistema de abastecimiento de agua, el análisis detallado del mismo deberá efectuarse desglosando la planta en sus componentes, para determinar que subcomponente o subcomponentes producen dentro de la planta, la vulnerabilidad que lo hace crítico.

En sismos de gran intensidad y terremotos, todos los componentes de los sistemas son susceptibles a ser dañados, en menor o mayor grado, de

pendiendo de las características específicas del sismo, y de las condiciones estructurales de los componentes, por lo que todos deben considerarse.

#### 4.2 INFORMACION BASICA DE LOS COMPONENTES

Para efectuar el análisis de vulnerabilidad, además de la identificación de componentes y subcomponentes, es indispensable contar con la información básica de cada uno: planos actualizados, civiles y de funcionamiento; capacidades, operación y funcionamiento de los sistemas por épocas, invierno y verano; capacidad y operacionalidad de la empresa para afrontar una situación de emergencia y desastre, aspectos que se han indicado en los Cuadros Nos. 4.1 y 4.2 como sistema operativo.

---

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

---

1. Fuente de abastecimiento
  - Manantial
  - Acuífero (pozo)
  - Río
  - Agua de lluvia
  - Agua del mar
  - Otro
  
2. Estructuras de toma
  - Captación
  - Equipo de bombeo de pozo
  - Presa
  - Estructuras de toma de aguas de lluvia o mar
  - Otro
  
3. Transmisión
  - Tubería impulsión por bombeo
  - Tubería a gravedad
  - Estación de bombeo  
(Usualmente cada línea de transmisión se subdivide por tramos que tengan diferente configuración y materiales y estructuras especiales: puentes, pasos especiales, estructuras de transición y control).
  
4. Tratamiento
  - Sistema de energía
  - Estructuras de entrada y de rejillas
  - Sedimentación
  - Coagulación/floculación
  - Filtración
  - Torres de aeración
  - Edificios
  - Desinfección
  - Tuberías de conducción dentro de la planta
  - Tanques
  - Otros
  
5. Almacenamiento
  - Tanques elevados (acero o concreto)
  - Tanques asentados (acero o concreto)

.../

...

---

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

---

- |    |                   |  |
|----|-------------------|--|
| 6. | Distribución      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Estación de bombeo</li><li>- Tuberías matrices</li><li>- Tuberías de distribución</li><li>- Válvulas</li><li>- Hidrantes</li><li>- Conexiones domiciliarias</li><li>- Estructuras especiales: válvulas reductoras de presión y otras especiales; medición; y transiciones</li></ul> <p>(El análisis del sistema de distribución se efectúa para cada zona de abastecimiento y de presión).</p> |
| 7. | Sistema operativo | <ul style="list-style-type: none"><li>- Existencia de un plan para emergencias y desastres.</li><li>- Personal</li><li>- Almacenes y Existencias</li><li>- Transporte</li><li>- Relaciones públicas de la empresa.</li><li>- Relaciones con otras instituciones ( Defensa Civil, bomberos, Comisión de Emergencia, etc. )</li><li>- Disponibilidad de dinero para emergencias.</li></ul>   |
- 

CUADRO No. 4.1

COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES DE LOS SISTEMAS  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

---

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
COMPONENTES	SUBCOMPONENTES
1. Recolección	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conexiones domiciliarias</li><li>- Redes de recolección</li><li>- Colectores</li></ul> (El análisis del sistema de recolección se efectúa para cada cuenca o zona de recolección)
2. Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sistema de energía</li><li>- Estructuras de entrada y rejillas</li><li>- Estructuras de tratamiento</li><li>- Edificios</li><li>- Tuberías de conducción dentro de la planta</li><li>- Tanques</li><li>- Otros</li></ul>
3. Disposición final	<ul style="list-style-type: none"><li>- Estaciones de bombeo</li><li>- Colectores finales (bombeo o gravedad)</li><li>- Emisarios</li></ul>
4. Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Existencia de un plan para emergencias y desastres</li><li>- Personal</li><li>- Almacenes y Existencias</li><li>- Transporte</li><li>- Relaciones públicas de la empresa</li><li>- Relaciones con otras instituciones (Defensa Civil, Bomberos, Comisión de Emergencia, etc.)</li><li>- Disponibilidad de dinero para emergencias</li></ul>

---

CUADRO No. 4.2

COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO

## 5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

### 5.1 EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad tiene por objeto el determinar los componentes críticos del sistema, que corresponden a aquellos que serán total o parcialmente inutilizados por el fenómeno supuesto en el análisis, impidiendo la operatividad y funcionalidad del sistema.

La identificación de estos componentes y la medida de su resistencia o debilidad, así como de la capacidad organizativa y operacional de la empresa, proveerán las bases para la elaboración del Plan de Emergencia que deberá incluir las medidas, proyectos y obras de ingeniería de refuerzo necesarias para disminuir y mitigar la vulnerabilidad de estos componentes.

En el Capítulo No. 3 del Manual General ( 7 ), se describen en forma detallada los pasos para llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad sobre un sistema, ante el impacto de un fenómeno de características supuestas. El presente manual se refiere a los aspectos específicos aplicables al caso de sismos de mayor intensidad y terremotos.

Para este caso, el análisis de vulnerabilidad corresponde fundamentalmente, al análisis estructural de los componentes bajo las fuerzas sísmicas del sismo supuesto y a la determinación, como consecuencia del análisis, de las medidas de prevención a implementar.

Si bien este análisis se efectúa generalmente para el diseño de las estructuras, no todas en el medio latinoamericano han sido diseñadas correctamente para soportar las fuerzas de un sismo de gran intensidad; por razones de falta de información sísmica, de códigos que establezcan las fuerzas a utilizar en el diseño, y de improvisaciones que se han dado en el pasado.

El análisis estructural de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado, es complejo y requiere profesionales expertos en la materia - ingenieros estructurales especializados en dinámica estructural o ingeniería sísmica e ingenieros geotécnicos especializados en ingeniería sísmica - especialmente para las grandes estructuras como presas, tomas, plantas, tanques y tuberías.

No es materia de este manual presentar las metodologías aplicables al análisis estructural, pero sí enfatizar la imprescindible necesidad de que tales análisis se lleven a cabo, a fin de que la empresa conozca la resistencia y comportamiento esperados de las estructuras o componentes de los sistemas ante un sismo de características supuestas, así como las medidas de prevención que deben implementarse.

## 5.2 INFORMACION REQUERIDA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Tres tipos de información se requieren para efectuar el análisis de vulnerabilidad o análisis de comportamiento estructural ante

un sismo: (i) cuantificación del riesgo sísmico, (ii) identificación del mecanismo de falla y (iii) determinación de la resistencia sísmica del componente.

#### 5.2.1 Cuantificación del riesgo sísmico

Para efectuar el análisis de vulnerabilidad, deben definirse las características del sismo de diseño, las que unidas a las geológicas locales, conforman la información necesaria para que los expertos en el campo analicen las respuestas de la estructura en cuestión ante el sismo de diseño.

Para muchas regiones de las Américas las zonas de riesgo sísmico han sido mapeadas con las características geológicas y tectónicas del área. Un ejemplo se presenta en la Figura No. 5.1, que corresponde al mapa de zonificación sísmica para el Perú.

Los mapas de zonificación sísmica incluyen detalles de intensidades sísmicas esperadas en grandes áreas y generalmente proveen suficiente información para un análisis de vulnerabilidad general del sistema. Sin embargo, para un análisis detallado del riesgo de componentes específicos - etapa crítica en el análisis global -, o para el diseño de nuevas estructuras y medidas preventivas, se requieren mapas de microzonificación sísmica, los que no siempre están disponibles. Estos mapas presentan una información mucho más detallada, que incluye además de la geología detallada local, las estructuras litológicas que componen el suelo, niveles de aguas freáticas esperadas, regímenes de flujo y fallas geológicas.

Si estos mapas para una zona en cuestión no estuvieren disponibles, el analista experto podrá utilizar métodos disponibles para determinar la información requerida - con los expuestos en el Capítulo 2 -, con la información sobre magnitud, frecuencia y profundidad de hipocentros de sismos y terremotos pasados y las longitudes a las fallas geológicas más cercanas, que pueden obtener de gráficas similares a las mostradas en las Figuras No. 1.14 y 1.15 que provee esta información partiendo de relaciones empíricas.

Con esta información se podrán determinar los desplazamientos relativos y aceleraciones que serán impuestas a las estructuras.

#### 5.2.2 Identificación del mecanismo de falla

Los mecanismos de falla están fundamentalmente asociados con cuatro tipos: fallas geológicas, liquefacción, deslizamientos y efectos de la propagación de ondas.

#### 5.2.3 Características de las estructuras

Para la determinación de la resistencia sísmica de las estructuras se requiere información tanto sobre la estructura propiamente dicha - por ejemplo para tuberías: diámetro, material, espesor, módulo de elasticidad -; como el suelo que rodea la estructura; para el mismo caso de las tuberías: localización del nivel de agua freática, pero unitario total del suelo, resultados de prueba de penetración estándar etc.

A manera de ejemplo en el Cuadro No. 5.1 se presenta el listado de la información necesaria para evaluar el riesgo sísmico y la resistencia sísmica de tuberías en los cuatro mecanismos de fallas usuales.

---

MECANISMO DE FALLA

RIESGO SISMICO

RESISTENCIA SISMICA

---

1. Cruce de fallas
- Tipo de falla
  - Dirección relativa del movimiento de la falla
  - Angulo del plano de la falla
  - Ancho de la zona de falla
  - Magnitud estimada del sismo con intervalos de recurrencia de 50, 100 y 500 años
  - Desplazamiento relativo máximo estimado para los mismos intervalos de recurrencia. Esta información puede ser generada utilizando las relaciones empíricas disponibles entre el desplazamiento relativo de la falla y la magnitud del sismo
2. Licuefacción
- Estimación de la aceleración máxima horizontal del suelo con intervalos de recurrencia de 50, 100 y 500 años, en los sitios de licuefacción potenciales
- Diámetro y espesor de la tubería enterrada o espaciamento y características de la fricción desarrollada por los soportes estructurales.
  - Relación esfuerzo-deformación del material del tubo.
  - Detalle de las uniones de los tubos
  - Localización de las uniones de la tubería con respecto a la falla
  - Geometría de las zanjas o bermas
  - Peso unitario y coeficiente de presión del suelo en reposo para el material de relleno
  - Resistencia cortante y ángulo de fricción interna del material de relleno.
  - Localización del nivel de agua freática
  - Peso unitario total del suelo
  - Número de golpes resultante en pruebas de penetración estándar

MECANISMO DE FALLA	RIESGO SISMICO	RESISTENCIA SISMICA
3. Deslizamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimación de la aceleración máxima horizontal del suelo con intervalos de recurrencia de 50, 100 y 500 años, en los sitios de licuefacción potenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localización de la tubería con respecto a taludes potencialmente inestables.</li> <li>- Coeficiente de resistencia para la estabilidad convencional de taludes (Bishop a otro método)</li> </ul>
4. Efectos de la propagación de ondas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (En puntos estratégicos a lo largo de las tuberías)</li> <li>- Velocidad máxima del suelo con intervalos de recurrencia de 50, 100 y 500 años</li> <li>- Velocidad de la onda cortante con función de la profundidad</li> <li>- Tipo de falla</li> <li>- Distancia de la falla a la tubería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro y espesor de la tubería enterrada o espaciamento y características de la fricción desarrollada por los soportes estructurales</li> <li>- Relación esfuerzo-deformación del material del tubo.</li> <li>- Detalle de las uniones de los tubos</li> <li>- Localización de las uniones de la tubería con respecto a la falla</li> <li>- Geometría de las zanjas o bemas</li> <li>- Peso unitario y coeficiente de presión del suelo en reposo para el material de relleno</li> <li>- Resistencia cortante y ángulo de fricción interna del material de relleno</li> </ul>

CUADRO No. 5.1

INFORMACION NECESARIA PARA EVALUAR EL RIESGO SISMICO Y LA RESISTENCIA SISMICA DE TUBERIAS EN LOS MECANISMOS DE FALLA USUALES

Como resultado del análisis de vulnerabilidad o análisis estructural de los componentes, se tendrá la estimación de daños esperados para el impacto del sismo supuesto. Este resultado servirá para determinar las obras de refuerzo necesarias y para estimar la vulnerabilidad global del sistema.

### 5.3 MÉTODOS PARA LA CUANTIFICACION GLOBAL DEL SISTEMA EN SU FUNCION ESPECIFICA

Dos métodos son los usuales para cuantificar la vulnerabilidad de un componente y del sistema en su función específica de suministrar agua potable, o de evacuar las aguas residuales, según corresponda: (i) el método de tiempos de rehabilitación (10), y (ii) el método de cuantificación de la AWWA.

#### 5.3.1 Método 1: Tiempos de rehabilitación

##### 5.3.1.1 Definición

El tiempo de rehabilitación es el tiempo expresado en días para habilitar nuevamente el componente a su operatividad total o parcial, y es función de:

- a. La magnitud del daño.
- b. La disposición de recursos humanos, financieros, transporte, equipos, materiales, etc. para llevar a cabo la rehabilitación, y
- c. La facilidad de acceso.

Este tiempo de rehabilitación es el necesario para reconstruir o poner a funcionar el componente en cuestión. Para efectos de planea-

miento de las acciones a ejecutar durante el período de emergencia se deben considerar los tiempos de rehabilitación para suplir la - cantidad mínima requerida de agua, 50% de la demanda normal, 80% de la demanda normal y restablecimiento del servicio total, por ejemplo.

Nótese que el tiempo de rehabilitación es para habilitar un componente por lo que es necesario calcular el tiempo necesario para - que el sistema suministre agua. Este tiempo se denomina " Tiempo de Rehabilitación Compuesto, TRC ", y es el tiempo mayor requerido para que el conjunto de componentes del sistema de abastecimiento de agua - captación, plantas, conducciones, tanques, redes, conexiones domiciliarias - suministren agua.

La estimación de los TR deberá hacerse con base en la experiencia y para efectos de estimar en una forma más aproximada el TRC, se deben estimar valores mínimos y máximos de TR, lo que se puede expresar en la forma siguiente: TRa-b, que significa que para el componente en cuestión el TR, mínimo es de "a" días y el TR máximo es de "b" días.

#### 5.3.1.2 Matriz del impacto del sistema de distribución

Para establecer el impacto de la emergencia en un sistema de distribución de agua potable por ejemplo, con el fin de establecer a continuación la capacidad remanente y con los requerimientos mínimos, el caudal adicional requerido, la matriz de la Figura No.5.4 provee

una herramienta práctica y sencilla. A continuación se describen sus columnas y como llenarlas:

Columna No. 1: Zonas: Se anotará el número o nombre de la zona de presión o de abastecimiento.

Columnas (2) a (7): Se anotará el TRA-b correspondiente a cada componente.

Columna (8): Se anotará el TRC 1 que se obtenga como resultado de los TRA-b de las columnas (2) a (7).

Columna (9): Se anotarán las fuentes alternas que puedan abastecer la zona en estudio, y que puede ser incluso otra zona.

Columna (10): Se anotará el TRC 2 corregido, una vez tomadas en cuenta las fuentes alternas y que corresponde a los tiempos de rehabilitación necesarios para suplir el requerimiento mínimo.

Columnas (11) a (13): Se anotarán respectivamente: el kilometraje de la red, el número de conexiones domiciliarias, industriales, etc. y la población equivalente.

Columna (14): Se anotará el requerimiento mínimo, RM, expresado en metros cúbicos por día, para la zona en estudio.

Columna (15): Se anotarán las conexiones prioritarias a las que deberá reestablecerse el servicio, hospitales, por ejemplo.

El ejemplo de la figura ilustra la aplicación. Así, en las columnas (2) a (7) se han anotado para cada componente los tiempos TR-a-b y en la columna (8) en TRC que corresponde a los valores mayores de "a" y de "b" para cada componente. Ahora en el supuesto de que la zona 2 suministre el RM a la zona 1, el nuevo TRC a-b será 0-6; ya

que habilitando la interconexión entre las zonas 1-2 se suplirá el RM de la zona 1, por lo que  $a=0$  pero el restablecimiento total se dará en  $b = 6$  días.

#### 5.3.1.3 Matriz del impacto del acueducto

Para que el sistema de distribución suministre agua deben de considerarse los componentes de todo el sistema sean: captación, aducción, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución, lo que se resuelve en forma práctica en la matriz de la figura 5.5 que se explica en igual forma que la figura 5.4. La figura 5.5 ilustra la frecuencia de actividades para estimar los tiempos de rehabilitación compuestos para suministrar agua.

A manera de ejemplo se anotan para la zona 1 en la Figura No. 5.5 los tiempos de rehabilitación TR, para los componentes: captación, aducción, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución, así como el TRC resultante para suministrarle agua a la zona. En la columna (9) se han anotado como fuentes alternas las interconexiones con las zonas 2y3 y en la columna (10) el TRC 1 resultante 0-6 que quiere decir que el tiempo de rehabilitación mínimo para la zona 1 es cero - las interconexiones con las zonas 2 y 3 resuelven el problema pero el restablecimiento del servicio normal será 4-6, TRC 1 anterior. Con las interconexiones con las otras zonas, resulta que el TRC 2 es 2-6, o sea que de 2-6 días se suplirá el requerimiento mínimo hasta que todo el sistema se rehabilite en 6 días.

CONEXIONES		DATOS DE LA RED												
ZONAS	PLANTA	TANQUE	TURBINAS	RED	CONEXIONES	TRC	FRONTES	TRC	EN	NÚMERO DE	IMPULSION	EN	ORIGENS	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	2-3	0-0	0-0	3-5	3-5	3-6	3-6	2	0-6	10	2500	15000	600	Hospital
2	0-0	75-89	0-0	50	75	75	3-6	4	3-6	20	5000	30000	1200	Cementerio B-6

CUADRO No. 5.2

MATRIZ DE TIEMPOS DE REHABILITACION E IMPACTO AL SISTEMA

Con los datos de esta matriz podremos anotar que:

Sin las conexiones con las fuentes alternas (2) y (3), resulta que la zona 1 estaría sin abastecimiento entre 4 y 6 días, lo que implicaría que por otros medios se le debe suplir un caudal promedio diario mínimo de 7 litros/segundo—suponiendo una demanda mínima de 40 litros/persona—día, a 15.000 personas en 10 kilómetros y además deberá dársele prioridad al abastecimiento del hospital A.

#### 5.3.1.4 Estimación de la demanda mínima de agua

La estimación de la demanda en el sistema de distribución debe hacerse por zonas de presión o de abastecimiento para lo que ayuda la matriz del impacto de la Figura No. 5.3 en donde se indica la población equivalente. Si a la misma se le aplica la demanda mínima requerida, se obtendrá el requerimiento mínimo RM.

#### 5.3.1.5 Estimación de la capacidad útil remanente en el sistema

El paso siguiente en el análisis de vulnerabilidad consiste en estimar la capacidad útil remanente en el sistema. Esta estimación debe hacerse simultáneamente con la evaluación de los posibles efectos y daños en el sistema y consistirá en estimar el porcentaje de agua con respecto a la condición normal que el componente es capaz de suministrar inmediatamente después del impacto. Este porcentaje estimado se puede colocar en la misma Figura No. 5.4, matriz del impacto sobre los valores de los tiempos de rehabilitación.

Así por ejemplo: si la captación puede entregar el 50%, la aducción 0 %, la planta de tratamiento 50 %, el tanque de almacenamiento 100% y la red de distribución 40% quiere esto decir que por cuanto la conducción quedó inutilizada y su tiempo de rehabilitación es 4-6, los componentes siguientes planta, tanque y red aún cuando tengan capacidad útil remanente y tiempos de rehabilitación menores no podrán ser utilizados de donde que la capacidad útil remanente del sistema para suministrar agua a la zona 1 será 0 en el tiempo 4-6. Ahora si las interconexiones con las zonas 2 y 3 pudiesen suministrar - por ejemplo el 20% de la demanda mínima requerida, sería necesario entonces suministrar por otros medios y de otras zonas el 80% restante durante el tiempo máximo estimado de 6 días.

#### 5.3.1.6 Análisis comparativo e identificación de componentes críticos.

En el párrafo anterior se ha efectuado la comparación entre la capacidad útil remanente de la zona 1, luego de efectuadas las interconexiones con las zonas 2 y 3 de la cual se dedujo el requerimiento o déficit que debería suministrarse por otros medios y de otras zonas. Ahora los componentes críticos del sistema serán aquellos que por un lado provean luego del impacto, los porcentajes menores de agua y por otro, que tengan los tiempos de rehabilitación mayores. En el ejemplo planteado, la aducción a la planta es uno de los componentes críticos del sistema, ya que luego del impacto quedó - inutilizada y su tiempo de rehabilitación es el mayor 4-6 días. Aho

ra, la aducción también estará analizada en sus componentes, de acuerdo con el desglose de la Figura No. 2 y en su análisis se encontrará cual es el tramo crítico.

La figura No. 5.4 ilustra la secuencia de actividades para estimar los tiempos de rehabilitación compuestos para suministrar agua y para cuantificar la capacidad útil remanente en el sistema, dentro del análisis de vulnerabilidad.

Este método es aplicable tanto a sistemas de abastecimiento de agua potable, como a sistemas de evacuación de aguas residuales o alcantarillados sanitarios.

#### 5.3.2 Módulo 2: AWWA (1)

La AWWA (21) sugiere determinar el grado de confiabilidad (CE) de un componente de un sistema de aprovisionamiento de agua en función del caudal necesario ( $Q_n$ ) y el caudal producido ( $Q_p$ ), así:

$$CE = Q_p / Q_n$$

El valor CE puede expresarse como porcentaje.

La metodología de trabajo es muy similar a la descrita para el Método, bastando sustituir el valor TR o TRC por CE. Este método tiene el inconveniente de que si bien el valor CE indica la necesidad de aprovisionamiento de agua, no conlleva la información referente a la magnitud de los daños.

---

(1) American Water Works Association

A manera de ejemplo se propone que el lector resuelva el ejemplo propuesto en el párrafo anterior con este Método.

CANTON	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	DATOS DE LA RED					
											(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
				PLANTA DE TRAMBIEN-TO	TANQUE DE ALIEN-TO	CONDUCCION TANQUE-RED	RED DE DISTRIBUCION	TRC 1	FUENTES ALTERNAS	TRC 2	M	M	NUMERO DE CONEXIONES EQUIVALENTE	M	CONJUNTOS PRIORITARIAS	
1	3-5	4-6	0:	50:	100:	3-5	40:	0:	2	100:			2500	15.000	600	Hospital A
2																
3																

Capacidad remanen te de la zona : 50 - 75 fuentes alternas

Capacidad remanen te de la zona : 4 - 6 TR México

Simbología

CUADRO No. 5.3

MATRIZ DEL IMPACTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

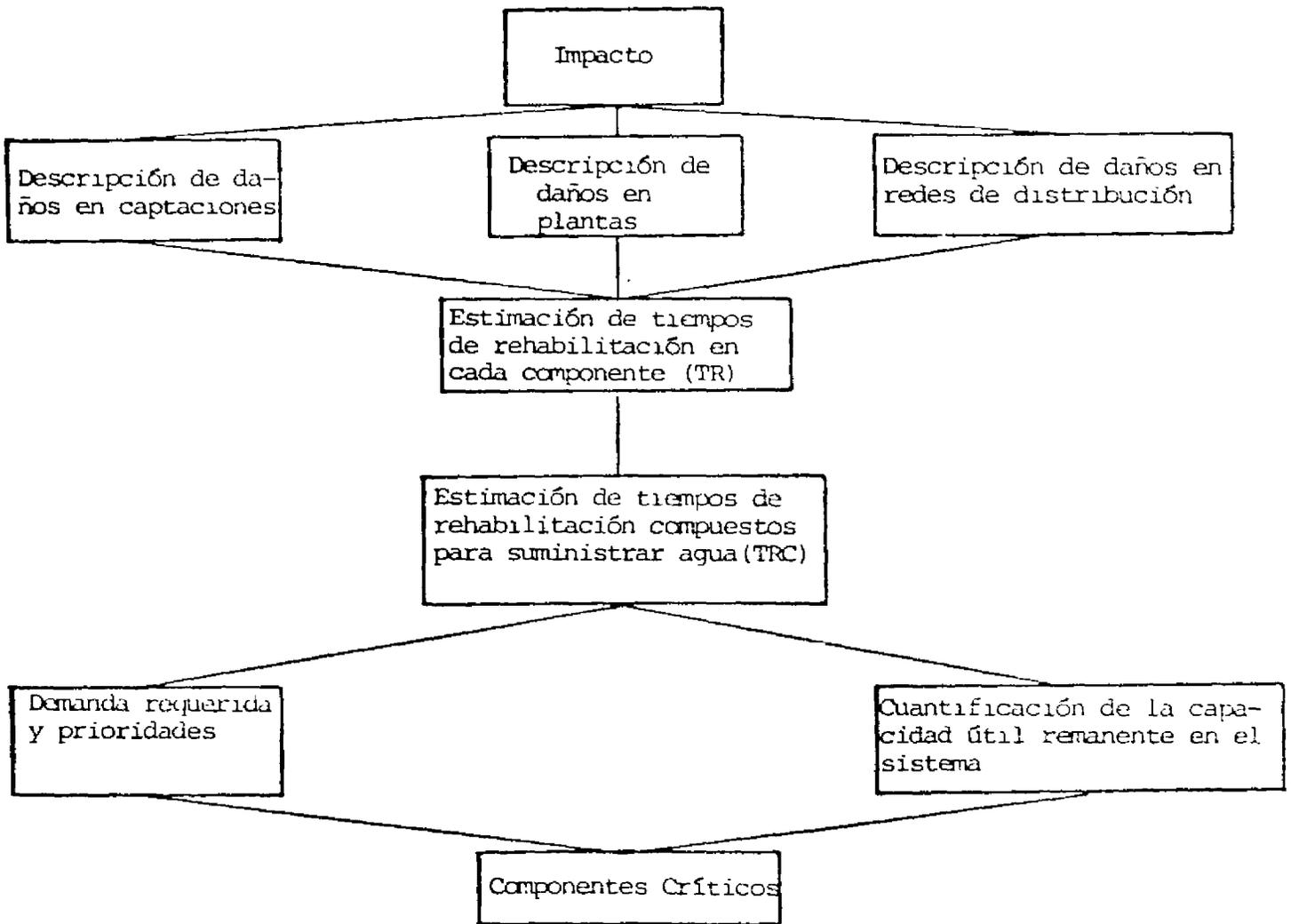


Figura No. 5.4

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA ESTIMAR LOS  
TIEMPOS DE REHABILITACION COMPUESTOS  
PARA SUMINISTRAR AGUA