

# **Estimación de la capacidad del servicio de abastecimiento de agua potable a través de proveedores substitutos para un caso post terremoto, en la provincia de Lima y Callao.**

**Jorge Vargas Florez**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad Ciencias e Ingeniería,  
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 42  
[jorge.vargas@pucp.edu.pe](mailto:jorge.vargas@pucp.edu.pe)

**Patricia V. Ramírez Jaime**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad Ciencias e Ingeniería,  
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 42  
[ramirez.p@pucp.edu.pe](mailto:ramirez.p@pucp.edu.pe)

**Fiorella W. Alvarez Ramos**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad Ciencias e Ingeniería,  
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 42  
[falvarezr@pucp.edu.pe](mailto:falvarezr@pucp.edu.pe)

**Miguel A. Palomino Espinoza**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad Ciencias e Ingeniería,  
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 42  
[a20060283@pucp.edu.pe](mailto:a20060283@pucp.edu.pe)

## **Abstract**

This research intends to present an estimate of the potential responsiveness of the service of water supply through existing providers, who substitutes the water supply public company in the province of Lima and Callao, based on the determination of potential demand not satisfied, for whom would be requested to supply this service in the case a potential earthquake whose magnitude would have produced off public service currently in use, the companies in question should be:

- Water bottling companies.
- Companies selling water pumps.
- Sellers of water tanks and reservoirs.
- Transport companies (road tankers).
- Private water sources (wells, reservoirs, etc.).

Firstly will be present definitions and concepts which will be used in the currently research, after it will be reviewed previous work about the contribution in humanitarian logistics effectiveness using database and information, containing the identification and qualification of suppliers in addressing natural disasters, then with a database of pre-existing supplier companies of products and services mentioned, will be identified potential demand not satisfied in case of requires the purchase or rental of the items mentioned, thereby identifying the areas most vulnerable and where development suppliers would require.

**Keywords:** Logistics, Humanitarian, Supplies, Services, Water, Potable.

## Resumen

La presente investigación pretende presentar una estimación de la capacidad de respuesta potencial, del servicio de abastecimiento de agua potable, a través de proveedores substitutos, actualmente existentes, en la provincia de Lima y Callao, en base a la determinación de la demanda potencial no atendida, los cuales serían los llamados a convocar frente al posible corte de suministro público como consecuencia de un terremoto cuya magnitud hubiera producido el corte del servicio público actualmente en uso, las empresas en cuestión debieran ser:

- Empresas embotelladoras de agua.
- Empresas vendedoras de bombas de agua.
- Empresas vendedoras de tanques y reservorios de agua.
- Empresas de transporte (camiones cisternas).
- Fuentes de agua privados (pozos, reservorios, entre otros).

Primero se presentaran las definiciones y conceptos que serán usados en el presente trabajo, después se procederá a revisar los trabajos previos sobre la contribución en la efectividad de la logística humanitaria usando bases de datos e información, conteniendo la identificación y calificación de proveedores en la atención de casos de desastres naturales, luego con una base de datos pre-existentes de las empresas proveedores de productos y servicios mencionados, se procederá a determinar la demanda potencial no atendida en casos de la compra o contratación de los suministros mencionados, identificando de ese modo los territorios más vulnerables, donde se requerirían desarrollo de proveedores.

**Palabras clave:** Logística, Humanitaria, Abastecimiento, Servicios, Agua, Potable.

## 1 Introducción

Debido a que la frecuencia y severidad de los desastres causados por los peligros naturales, se ha incrementado sobre los últimos 15 años, parte de lo cual es atribuible al ciclo de cambio climático, el incremento en la densidad poblacional y el incremento de la vulnerabilidad urbana [1]. El objetivo del estudio es la ciudad de Lima y el Callao, ambas por estar ubicadas en el área del Cinturón Sísmico de América son vulnerables a movimientos telúricos, según un reporte del Instituto Geofísico Peruano (2004), desde el año 1555 hasta el año 1993, se han registrado 16 sismos importante en el territorio de las ciudades mencionadas, habiendo tenido una magnitud promedio de 8 en la escala MM (Mercalli modificada) [11].

Las ciudades de Lima y Callao, tienen como su sistema de abastecimiento de agua potable bajo la administración de la empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, SEDAPAL, siendo esta una empresa estatal de derecho privado de propiedad del Estado, la red de agua alcanza 10 228 Km. de tuberías y cubre el 88,8 % de la población asentada en el área de metropolitana, mientras que la red de alcantarillado cubre 9 385 Km. y se estima que el 84,4 % de la población tiene conexión al sistema, según la Superintendencia Nacional de Saneamiento, SUNASS [10].

La Logística Humanitaria, definida como “el proceso de planear, implementar y controlar el eficiente, efectivo costo del flujo y almacenamiento de los productos y materiales, así como la información, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, para satisfacer los requerimientos del beneficiario final” [16], para esto la cadena de abastecimiento esta conforma por una larga lista de actores que intervienen: los donantes, las organizaciones no gubernamentales locales e internacionales de ayuda, el gobierno central, el gobierno regional, el gobierno local, el ejercito, las agencias de cooperación de la Organización de Naciones Unidas, ONU y La Federación Internacional de Sociedades Cruz Roja (IFRC) y las empresas privadas. Son a estas últimas a las que vamos a intentar estimar en su capacidad de respuesta en su papel de proveedores de servicios o venta de productos, dirigidos a reemplazar para prestar el abastecimiento de agua en Lima y Callao, bajo el supuesto que la empresa de servicio publico actualmente existente a consecuencia de un terremoto viera seriamente afectado el suministro normal de este vital elemento a los habitantes de la ciudad.

Para la realización del presente estudio, primero dimensionaremos la demanda de agua potable, a partir de la información disponible en fuentes especializadas, luego usando una muestra sobre la oferta existente actual de las empresas sustitutas requeridas para el suministro de agua y finalmente estimando los efectos derivados de un terremoto en el sistema de abastecimiento de agua potable se definirá la demanda potencial no satisfecha. Para esta investigación dicha estimación se hará en base a la data histórica y de fuentes especializadas, para un estudio posterior se propone la simulación de un sistema de ecuaciones lineales a ser resuelta con programación lineal entera.

## 2 Definiciones preliminares

### 2.1 Amenaza

La amenaza o peligro, es un factor de riesgo externo de una persona, población o sistema, representado por el peligro latente de que un evento o fenómeno físico de origen natural o humana se manifieste produciendo efectos adversos a las personas o bienes y/o el medio ambiente. Con base en los datos históricos y estudios técnicos, es posible estimar la frecuencia o periodo de retorno de un evento para una intensidad o magnitud definida [9].

### 2.2 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el factor de riesgo interno de una persona, población o sistema expuesto a una amenaza, y corresponde a su disposición intrínseca a ser afectada o de ser susceptible de sufrir daño. Esto explica porqué, con una equivalente fuerza de desastre, personas y propiedades tienen distintos niveles de riesgo [14, 9].

La vulnerabilidad en el caso de Lima y Callao conforme ya se menciono radica principalmente en los sismos, debido a que ambas ciudades están ubicadas en la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y la Placa Sudamericana y Lima específicamente sobre un conglomerado aluvional de gran espesor y con una napa freática profunda; teniendo un comportamiento sísmico favorable, con capacidades portantes de hasta 4 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el Callao esta conformado por grava mal graduada con limos y arena, y un nivel freático poco profundo, siendo los suelos blandos y de poca densidad [12].

### 2.3 Impacto de la Vulnerabilidad

De los muchos componentes de la infraestructura de una localidad, un selecto número son vitales para poder dar respuesta a un desastre, atendiendo de modo seguro y protegido a la población afectada, esta infraestructura es denominada “infraestructura crítica”. Este tipo de infraestructura debe ser reconstruida o reparada en un corto periodo de tiempo, mientras que las acciones de respuesta al desastre se están llevando a cabo, las acciones de reparación y reconstrucción requieren de personal calificado y de equipamiento y suministros que no son fáciles de conseguir durante el periodo de emergencia; sin embargo los beneficios de tener esta infraestructura disponible radican en que permite mejorar el desempeño de otras respuestas en cuya ausencia sería imposible hacerlas. Componentes de la infraestructura crítica incluye [3]:

- Sistemas de transporte (tierra, mar y aire).
- Comunicaciones.
- Electricidad.
- Almacenamiento y transporte de gas y combustible.
- Sistema de suministro de agua potable.
- Servicios de emergencia.
- Servicios de salud.
- Continuidad del gobierno.

Debe también considerarse, que se puede hablar de daños directos, cuando estos se presentaron al momento de colapsar el estado operativo de la infraestructura, durante el desastre, mientras que se hablaran de daños indirectos cuando estos se presentaron 24 horas después de ocurrido el desastre. Estudios llevados a cabo sobre los efectos de los terremotos en Estados Unidos concluyen que la mayoría de las muertes se debieron al colapso de edificios e infraestructura en zonas con una débil o ausente uso de códigos de construcción [1].

### 2.4 Desastre

El desastre es la materialización de una amenaza sobre la totalidad de un sistema, causando la interrupción de su existencia durante un tiempo prolongado, afectando su propósito y objetivo, por ejemplo el derrame de una sustancia química al un río, lo daña de forma temporal, pero si la afecta de tal manera que inhibe la existencia de flora y fauna a su alrededor se puede hablar de un desastre, pues sus efectos son prolongados y anula su propósito de proveer alimento a un entorno (sistema) del cual pertenece. Los desastres pueden ser naturales o hechos por el hombre, los desastres

naturales pueden ser de exposición repentina, como los terremotos y los de exposición lenta, como las sequías, mientras que las hechas por el hombre pueden ser de exposición repentina como un golpe de estado y los de exposición lenta, como los conflictos sociales derivados de un mal gobierno como la corrupción generalizada. Las guerras no están incluidas en la categoría de los desastres hechos por el hombre, corresponde a una categoría propia, no existiendo intervención por parte de las organizaciones humanitarias mientras que las acciones bélicas están activas [18].

Tipos de desastres	Natural	Hechos por el hombre
Exposición repentina	Terremotos Tsunamis Deslizamientos	Ataque terrorista Golpe de estado Contaminación química
Exposición lenta	Hambruna Sequía Pobreza	Conflicto social Refugiados políticos

Tabla 1. Tipos de desastres

## 2.5 Impacto de los Desastres

### 2.5.1. Damnificados

Las perdidas humanas registradas por distintos terremotos en el mundo son cuantiosas, por ejemplo en el año 2001 en Gujarat, India se produjo más de 20 000 muertos, en el 2003 en Bam, Iran 30 000 muertos o más [1], en Lima y Callao el registro de sismo de mayor severidad se registro el 28 octubre de 1746, registrándose 25 130 muertos, aproximadamente el 42 % de la población existente en ese momento. En el Perú el más devastador ha sido el ocurrido en Ancash, el 31 de mayo de 1970, el cual dejo 67 000 muertos y 2 000 000 personas afectadas [14].

Además del impacto directo derivado de los terremotos con la cantidad de fallecidos, existen los impactos indirectos por ejemplo, el terremoto de Pisco, en el 2007 dejo 500 muertos y pero tuvo un impacto sobre 655 000 personas cuyas necesidades básicas como el agua, los alimentos, el abrigo, el vestido entre otros tuvieron que rápidamente ser satisfechas [2].

### 2.5.2. Infraestructura

El mayor componente de la vulnerabilidad física, es la vulnerabilidad estructural, lo cual expresa en el uso de diseños y materiales usados para construir infraestructuras y edificios incapaces de resistir a extremos niveles de energía (por ejemplo: vientos fuertes, presión hidrodinámica del agua, movimientos sísmicos) o que permite el uso de materiales peligrosos. Así, la vulnerabilidad estructural puede definirse como la probabilidad de daño que puede darse debido a un evento de magnitud que puede ir desde un daño leve a una falla total en la infraestructura y edificaciones [9].

Sabiendo que el 70 % de las tuberías de la red primaria y el 29 % de la red secundaria tienen una antigüedad mayor a 30 años, según la SUNASS [10], existen zonas consideradas criticas por el gran numero de viviendas antiguas, construidas predominantemente de material precario, como adobe, quincha y madera, dichas zonas son; Lima Cercado, Rímac, La Victoria, Chorrillos, Barranco, según el Instituto Nacional de Defensa Civil, se ha determinado que estos distritos un total de 27 911 viviendas estarían en estado de riesgo, afectando potencialmente a una población estimada de casi 115 mil personas [11]. Por otro lado existen zonas con características en el subsuelo diferentes que en los distritos del Callao, La Molina y Chorrillos (La Campiña) que en sismos pasados han concentrado los mayores daños [12].

### 2.5.3. Economía

Los desastres naturales en el mundo causan pérdidas económicas enormes, el promedio de las perdidas fue de \$ 75 billones en los 60, \$ 138 billones en los 70, \$ 213 billones en los 80 y más de \$ 659 billones en los 90 [14], con estos datos se establecio un pronostico de las perdidas futuras correlacionando la población mundial como variable independiente y el valor de las perdidas como variable dependiente, lo cual es valido dado que se ha mencionado que una de las causas del efecto derivado de los desastres es la creciente densidad demográfica, previéndose de este modo que para la primera década del siglo XXI el valor promedio de perdidas a causa de los desastres sobrepasará el trillón de dólares, tomando como variable independiente la población mundial:

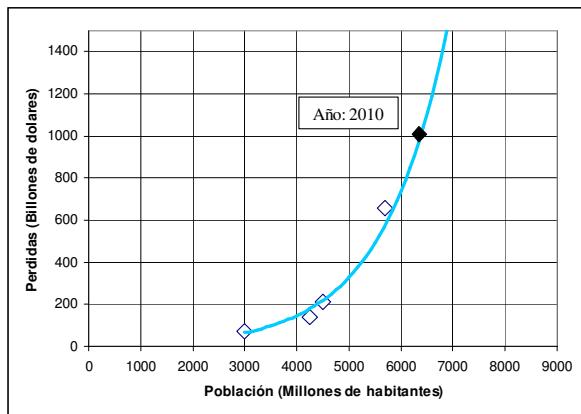


Fig. 1 Estimación de las pérdidas para el 2010

Fuente: Elaboración propia

Aún cuando el impacto nacional es bajo, en la economía de los países que han vivido un desastre natural, como en el caso del tsunami en Indonesia el 2004, que redujo su PBI entre 0,1 a 0,4 %, o como en el caso de Chile que se espera vea reducido en 1 % su PBI al finalizar el presente año a causa del terremoto que afecto las regiones del Maule, Bío Bío y Concepción, en marzo último, los efectos en la economía local en las zonas afectadas, pueden resultar catastróficos, como lo muestra la provincia de Aceh, Indonesia, la cual debido al tsunami mencionado antes, perdió sus reservas de capital en un equivalente al 97 % de su PBI [15], mientras que en el caso del terremoto que afecto las ciudades de Chile, destruyo mucha de la infraestructura y servicios que eran de uso directo para la exportación de la industria regional; como puertos y carreteras, considerando que el 60 % su PBI es obtenido a través del comercio exterior, según mencionó en una entrevista, Carlos García, asesor en finanzas [13]. Se entiende por lo tanto el efecto directo a la economía de la región norte y centro chilena, según estimaciones del presidente chileno Sebastián Piñera, el gasto para recuperar las perdidas alcanzaría la suma \$ 30 000 millones [6].

### 2.5.4. Sector Privado

Estudios en Estados Unidos sobre los impactos derivados de las inundaciones en Midwest y el terremoto en Northridge logro al termino de un año un retorno de al menos el mismo nivel de actividad económica anterior al desastre en tan solo el 12,2 % y 23,3 % de las empresas encuestadas.

Aún construyendo la infraestructura perdida anterior al desastre y recuperando las capacidades operativas las actividades industriales y de servicios se ven seriamente afectadas, por ejemplo el Puerto de Kobe, Japón fue uno de los más grandes puertos para el tratamiento de contenedores en el mundo, luego del terremoto de Hanshin-Awaji en 1995, el puerto debió ser cerrado para reparación y restauración de su infraestructura, obligando a las embarcaciones clientes el uso de puertos vecinos, un vez terminados los trabajos y hechas las mejoras que la situación post terremoto obligó, las embarcaciones no tenían una razón especial para retornar a Kobe. El puerto ya había experimentado reducciones en sus ingresos antes del terremoto sin embargo nunca se logró retornar a su posición original [17].

### **3 Manejo de información en la logística humanitaria.**

La información juega un rol significativo en la cadena de abastecimiento humanitaria (entendiéndose aquí la cadena de abastecimiento como “los procesos y sistemas involucrados en movilizar personas, recursos, habilidades y conocimientos para ayudar a las personas vulnerables afectadas por un desastre” [18]). En la cadena de abastecimiento humanitaria a diferencia de la cadena de abastecimiento comercial, el receptor final de la ayuda (el beneficiario) no tiene una influencia directa sobre lo que recibe. La cadena de abastecimiento humanitaria, a través de una efectiva y sensible infraestructura de información que se nutre desde el campo de las operaciones, logra que la respuesta de la cadena de suministro sea ágil y flexible, adecuándose a las necesidades en los cambios, logrando una respuesta inmediata para los beneficiarios finales [7].

La restricción más importante que se tiene para una evaluación de riesgos de infraestructura y edificaciones, es la ausencia de datos confiables [9]. A fin de poder estimar las amenazas de los desastres es necesario determinar elementos tales como:

- Historia y/o estadística de los eventos.
- Área de impacto.
- Magnitud y frecuencia de los eventos.
- Periodos de retorno de los eventos de intensidad máxima y media.

En particular para los terremotos se considerará además:

- Tipos de terreno.
- Zonas de contacto.
- Micro-zonificación del área de impacto.
- Estimación de la ocurrencia, entre otros.

El resultado final de esto debiera ser los mapas de amenazas, los cuales nos permiten identificar a través de una zonificación, los límites de las áreas de amenaza constante y en cuales la potencialidad del evento será mayor [4].

### **4 Demanda del abastecimiento de agua potable.**

En el último quinquenio, el volumen de agua consumido por persona fluctúa entre 149 litros x habitante x día, sabiendo que la población el 2004 fue de 8 049 619 y el incremento anual de nuevos habitantes entre el año 2000 y 2005 es de 137 000 habitantes/año [10]. Se puede estimar que para una población prevista de 8 871 619 habitantes (8 049 619 habitantes + 137 000 habitantes/año x 6 años) para el 2010, la demanda de agua promedio diaria es de 1 322 Millones litros x día.

### **5 Oferta del abastecimiento de agua potable.**

#### **5.1 Oferta actual.**

La producción unitaria promedio ha ido incrementándose, alcanzando los 269,1 litros per capita por día para el primer trimestre del año 2005. La zona metropolitana se abastece por fuentes superficiales y subterráneas, la producción de agua potable se realiza a través de 3 plantas de tratamiento: 2 de ellas se encuentran en la Atarjea, tienen una capacidad nominal de producción de 20 m<sup>3</sup>/s y dependen del sistema de regulación Rimac-Mantaro. La tercera planta se encuentra en Punchauca, en la cuenca del río Chillón, tiene una capacidad nominal de 2,5 m<sup>3</sup>/s y opera a través de una concesión privada. Adicionalmente, se extraen aguas subterráneas a través de pozos operados por SEDAPAL: actualmente, existen 471 pozos operativos, de los cuales el 64,4 % esta funcionando el resto se encuentra en condición de reserva [10].

#### **5.2 Oferta estimada de los proveedores sustitutos.**

La hipótesis planteada es que como consecuencia de un terremoto de gran magnitud, los proveedores substitutos, actualmente existentes, en la provincia de Lima y Callao, estaría atendiendo durante un tiempo temporal el suministro de

agua potable, en la ciudad de Lima y el Callao, considerando que el servicio de suministro provisto por SEDAPAL se reduciría de modo significativo, las empresas en cuestión debieran ser:

- Empresas embotelladoras de agua.
- Empresas vendedoras de bombas de agua.
- Empresas vendedoras de tanques y reservorios de agua.
- Empresas de transporte (camiones cisternas).
- Fuentes de agua privados (pozos, reservorios, entre otros).

Como ejemplo mostraremos la estimación de capacidades de proveedores sustitutos de las empresas de productoras y distribuidoras de agua, en Lima y Callao, utilizando una base de datos donde se registra las empresas más representativas de la zona en atención, anexo una lista parcial de dichas empresas en la Tabla 2.

Distrito	Nombre de la Empresa	NO=0	SI=1
		Productor	Distribuidor
Ate	Cencosud Peru S.A. - Wong	0	1
Ate	Corporacion La Limena	0	1
Ate	Embotelladora Elim	1	1
Ate	Hipermercados Metro	0	1
Ate	Pebaco	1	1
Ate	Peru Products And Services	1	1
Ate	Supermercados Peruanos Sociedad Anonima	0	1
Ate	Unión De Cervecerías Peruanas Backus & Johnston	1	1
Barranco	Hipermercados Metro	0	1
Barranco	Supermercados Peruanos Sociedad Anonima	0	1
Bellavista	Hipermercados Metro	0	1
La lista continua ...			

Tabla 2. Fabricantes y comercializadoras de Agua en Lima y Callao.

Se procedió a realizar una encuesta para medir la capacidad de producción y comercialización de las empresas a través de visitas presenciales y/o llamadas telefónicas, lográndose respuesta en 40 % de ellas, considérese que una misma empresa puede tener "n" cedes y se cuenta como uno en el cálculo de número de empresas encuestadas y "n" veces su capacidad de producción o abastecimiento, anexo los resultados encontrados en la Tabla 3.

Empresa	Agua De Mesa: Volumen Producido (m <sup>3</sup> )	Agua De Mesa: Stock (m <sup>3</sup> )	Estimación (L/mes)	
Envasadora Santa Leonor S.A.C	100 u x 20 L (tambien hay presentaciones de 1 L y 1/2 L)	600 bidones	<b>12000</b>	minimo
Distribuidora De Agua Natural S.A.C.	5000 bidones/ mes (1 bidón=20 L)	No hay datos	100000	
Perú Products And Service S.A.C.	480 bidones/ dia (1 bidón 20 L)	100 bidones/ dia	288000	
Pebaco	1) 46800 bidones de 20 L: 2) 31200 bidones c/caño de 20 L	1) 1800 : 2) 1200	<b>780000</b>	máximo
Blue Water	30 000 bidones: 60 000 m <sup>3</sup>	1 000 bidones de 20 L: 100 bidones de 10 L.	30000	
Embotelladora Vendita S.A.C.	200 u por cada presentación ( 20 L, 7 L, 2 L y 680 mL)	No hay datos	40000	
Cantidad promedio			<b>91600</b>	

Tabla 3. Fabricantes y comercializadoras de Agua en Lima y Callao.

Considerando el promedio de los resultados obtenidos, se ha establecido el promedio de capacidad estimado disponible para ellas así como las restantes empresas las mismas que anexo se presentan, en la tabla 3.

Empresas	Cantidad de empresas (unidades)	Oferta	Total diario (Millones litros x día)
Productor Agua	22		
Distribuidor Agua	103	15722800 litros x día	0.52
Empresas	Cantidad de empresas (unidades)	Oferta	Total
Productor de Bombas de Agua	11		
Distribuidor de Bombas de Agua	48	60 unid. x día	2880
Productor de Cloro	1		
Distribuidor de Cloro	25	150 Kg x día	3750
Cisternas Distribuidor	7		
Cisternas (con fuente de agua)	22	103 m <sup>3</sup> x día	2266
Productor de Tanques Plasticos	8		
Distribuidor de Tanques Plasticos	50	1098 unid. x día	54900

Tabla 3. Estimado de la capacidad de abastecimiento

### 5.3 Demanda insatisfecha.

Sabiendo que la demanda de agua en Lima y Callao, que es suministrada por SEDAPAL es de 1 322 Millones litros/día, y considerando solo a la población de los distritos de Lima Cercado, Rímac, La Victoria, Chorrillos, Barranco, el Callao y la Molina, considerados como los distritos críticos por las características de geológicas y de vulnerabilidad ya explicadas, y correspondiendo ellas al 16,92 % de la población [8] total de la provincia de Lima y Callao, la demanda a atender sería del 138 Millones de litro x día. Conociendo que las empresas sustitutas comercializadoras de agua no podrían tener más que un promedio de 0,52 Millones litros/día, no se tendría un stock disponible para atender a toda la población afectada si esta fuera el 100 %, ni un solo día. Se requeriría de al menos 267 días de stock para reemplazar el servicio que actualmente brinda SEDAPAL, en el supuesto negado que las empresas no se hubieran visto afectadas en sus operaciones por el desastre, dado que en un 60 % de ellas mencionó poseer alguna fuente limitada de agua propia; manantial, pozo, tanque entre otros. Sobre los otros productos y servicios demás esta decir que las capacidades existentes son limitadas frente a un caso de desabastecimiento severo.

## 6 Recomendaciones Finales

### 6.1 Información

Al sistema de información existente se le debe crear una plataforma y diseño de disponibilidad de información que permita medir los riesgos, vulnerabilidad y disponibilidad de recursos; proveedores, empresas, organizaciones y personal, para crear un plan operativo de prevención, atención y recuperación antes desastres.

### 6.2 Desarrollo de proveedores

Se debe desarrollar proveedores de los productos y servicios mencionados en una red de contingencia y operaciones que sean capitalizados, entrenados y preparados para crear sinergias con las instituciones que ya tienen experiencia y han participado en los eventos de atención en otros desastres en el país.

## 7 Conclusiones

El desarrollo de proveedores en el sector de logística humanitaria, debe ser un tema prioritario en los planes de atención de desastres, los procesos de integración, coordinación, servicio, control y gestión deben quedar claramente definidos. Una investigación posterior supondrá modelar en un sistema de ecuaciones lineales, considerando que el sistema de abastecimiento sigue un esquema de uso de recursos y destino, con manejo de restricciones y una función objetivo que podría resultar en el máximo volumen del suministro de agua potable en las zonas consideradas como vulnerables.

## Agradecimientos

Agradezco al Dr. Domingo González, Jefe del Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, por sus observaciones y recomendaciones para la realización del presente trabajo realizado.

## Referencias

- [1] L.H. Bourque, J.M. Siegel, M. Kano, M. M. Wood, Morbidity and Mortality Associated with Disasters, *Handbook of Disaster Research*, Springer, (2007) 97-104.
- [2] J. Chandes, G. Paché, Investigating humanitarian logistics issues: from operations management to strategic action, *Journal of Manufacturing Technology Management* Vol. 21, No. 3, (2009) 320-340.
- [3] D.P. Coppola, *Introduction to International Disaster Management*, Butterworth-Heinemann, Elsevier (2007), 276.
- [4] IX Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Mesa redonda: El decenio internacional para la reducción de desastres naturales, Análisis de Vulnerabilidad, Análisis de Riesgo y Avances del Plan de Emergencia de SEDAPAL, <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc1866/doc1866.htm>, Setiembre 2010.
- [5] R. D'Ercole, J. Chandes, H. Perfettini, L. Audin, Le séisme de Pisco du 15 août 2007 : entre urgence et reconstruction, EchoGéo, <http://echogeo.revues.org/index2109.html>, Setiembre 2010.
- [6] Diario El Comercio, 13 de marzo del 2010, página a22.
- [7] R. Gray, R. Oloruntoba, Humanitarian aid: an agile supply chain?, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 11, No. 2, (2006), 115-120.
- [8] INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perfil Sociodemográfico del Perú. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda, INEI, Lima, agosto de 2008, 2<sup>a</sup> edición, pp. 29, 30.
- [9] National Academy of Science, Facing Hazards and Disasters: Understanding Human Dimensions, <http://www.nap.edu/catalog/11671.html>, Setiembre 2010.
- [10] PNUMA, Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Lima y Callao (2005), *Las Dinámicas Políticas, Sociales y Económicas de la Ciudad*, 76-87, <http://www.grupogea.org.pe>, Setiembre 2010.
- [11] PNUMA, Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Lima y Callao (2005), *Impactos del Estado del Ambiente Urbano*, 122, <http://www.grupogea.org.pe>, Setiembre 2010.
- [12] SEDAPAL, Plan de Emergencia Para Situación de Desastre, <http://www.sedapal.com.pe/centroInfo/biVir.php>, Setiembre 2010.
- [13] Somos, Diario El Comercio, No 1213, página 26.
- [14] SINADECI, Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres, <http://www.sinadeci.org.pe>, Setiembre 2010.
- [15] THE WORLD BANK EVALUATION GROUP, Hazards of Nature, Risk to Development, <http://www.worldbank.org/ieg>, (2006), Setiembre 2010.
- [16] A. Thomas, M. Mizushima, Logistics training: necessity or luxury?, *Forced Migration Review* 22 (2005), 60-61.
- [17] K.J. Tierney, Business and Disasters: Vulnerability, Impacts, and Recovery, *Handbook of Disaster Research*, Springer, (2007) 275-296.
- [18] L.N. Van Wassenhove, Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear, Blackett Memorial Lecture, INSEAD, Fontainebleau, France, 2005.