

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**Estudio sobre la red de distribución de bienes de ayuda humanitaria ante
el desastre natural de heladas y friaje en el Perú**

**Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER
EN CIENCIAS CON MENCIÓN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Kattia Paredes Peña

ASESOR:

Christian Santos Cornejo Sánchez

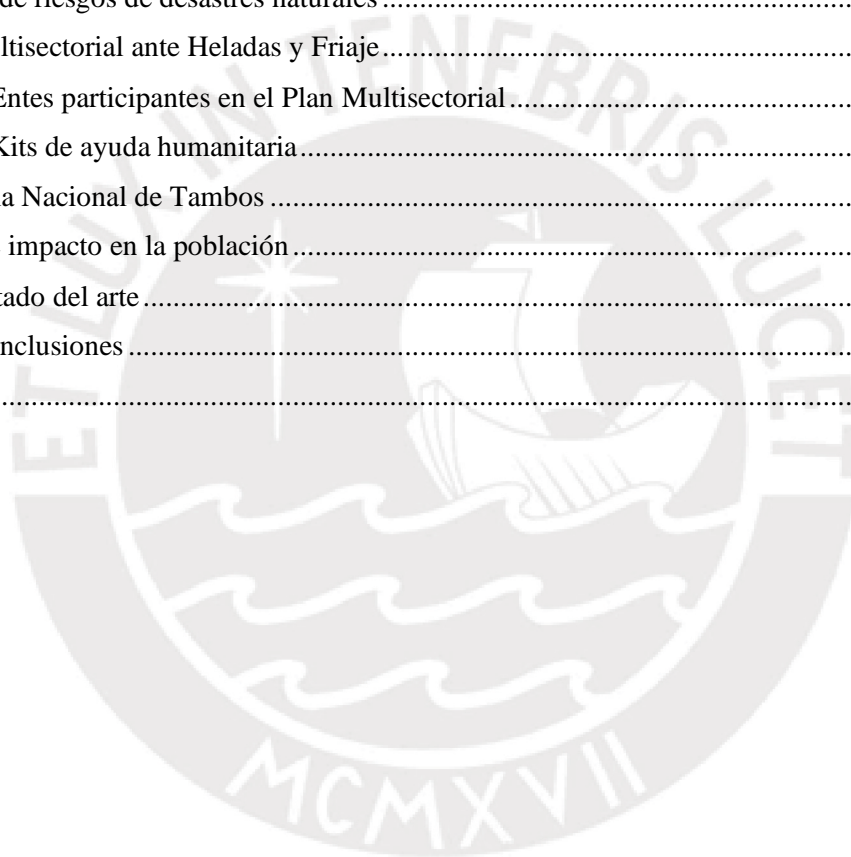
Lima, noviembre, 2020

Resumen

En el Perú, el friaje y las heladas ocasionan daños en los bienes materiales y pérdidas de vidas humanas. En particular, en el primer trimestre del 2018, esos desastres naturales generaron aproximadamente 300 000 damnificados, 2 769 viviendas afectadas y cerca de 13 000 hectáreas de cultivo dañadas. Ante la evidente necesidad de asistencia y socorro para la población afectada, anualmente, el Gobierno peruano elabora e implementa el Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes a través del cual se planifica y ejecuta la atención y distribución de bienes a la población afectada por las heladas y friajes; además se identifica los principales distritos vulnerables y susceptibles a estos desastres. El objetivo de esta investigación es identificar los modelos de optimización eficientes para el diseño de redes de distribución de bienes de ayuda dentro del marco de la logística humanitaria. Como resultado, se identificó que el diseño de redes de transporte implica la determinación de supuestos que se ajustan a la realidad del evento o desastre; sin embargo, el principal factor común es que la función principal de los modelos es la minimización del costo total de transporte, la maximización del nivel de cobertura de la demanda y la minimización del tiempo de respuesta para la asistencia ante la emergencia ocasionada por el desastre natural. Además, los principales problemas identificados en la logística humanitaria son la imprecisión de la demanda, la incertidumbre de accesibilidad de las rutas frecuentes para el traslado de los bienes y voluntarios y la identificación de los niveles de inventarios en los centros de distribución.

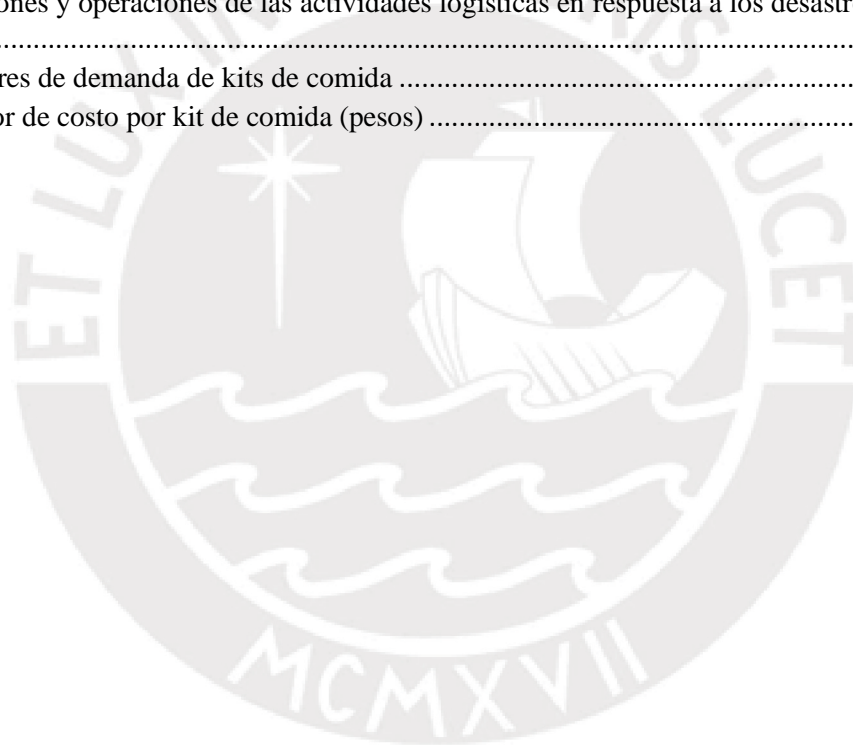
Índice

Capítulo 1: Marco teórico	1
1.1 El concepto de desastre natural y reparto de ayuda humanitaria	1
1.2 Desastres naturales en el Perú	3
1.2.1 Heladas	3
1.2.2 Friaje	8
1.3 Logística.....	9
1.3.1 Logística humanitaria.....	13
1.3 Gestión de riesgos de desastres naturales	20
1.4 Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje.....	21
1.4.1 Entes participantes en el Plan Multisectorial.....	24
1.4.2 Kits de ayuda humanitaria.....	25
1.5 Programa Nacional de Tambos	27
1.6 Nivel de impacto en la población	30
Capítulo 2: Estado del arte.....	32
Capítulo 3: Conclusiones	57
Bibliografía.....	61



Índice de tablas

Tabla 1 Categorización de las heladas según intervalos de temperaturas.....	4
Tabla 2 Frecuencia de heladas y temperaturas	5
Tabla 3 Zonas afectadas por heladas según departamento	6
Tabla 4 Zonas afectas por friaje según departamento.....	9
Tabla 5 Diferencias entre la logística humanitaria regular y asistencia humanitaria posterior al desastre natural	17
Tabla 6 Amenazas y vulnerabilidades dentro de la definición de riesgo de dasastre	21
Tabla 7 Cantidad de distritos por departamento afectados por heladas y friajes	23
Tabla 8 Entes participantes en el Plan Multisectorial de Heladas y Friajes.....	24
Tabla 9 Módulos educativos prefabricados.....	26
Tabla 10 Número de tambos en departamento priorizados	28
Tabla 11 Número y ubicación de los almacenes de defensa civil según tipo de almacén.....	29
Tabla 12 Comparación de resultados de preparación de la inundación de Acapulco	35
Tabla 13 Relación de procesos logísticos con el campo de estudio.....	41
Tabla 14 Acciones y operaciones de las actividades logísticas en respuesta a los desastres naturales	42
Tabla 15 Valores de demanda de kits de comida	544
Tabla 16 Factor de costo por kit de comida (pesos)	55



Índice de figuras

Figura 1: Número de emergencias, según tipo de fenómeno 2018	3
Figura 2: Evolución del costo de transporte en relación con la cantidad de instalaciones	12
Figura 3 Flujo de información y dinero en una logística comercial	15
Figura 4: Flujo de información y dinero en una logística humanitaria	16
Figura 5: Plan estratégico logístico en ayuda humanitaria	18
Figura 6: Población damnificada y afectada por heladas y friaje 2003 - 2016	30
Figura 7: Flujo de distribución entre los centros de distribución.....	46
Figura 8: (a) Ejemplo de un problema de cobertura y (b) un problema de ubicación del centro de cobertura	49
Figura 9: Configuración de una red de socorro tanto para el enfoque propuesto.....	50
Figura 10: Comparación del costo total entre el modelo propuesto	51
Figura 11: Costo total de un número de instalaciones	52
Figura 12: Diagrama de distribución de la última milla	53



Capítulo 1: Marco teórico

En este capítulo se presentan los conceptos en los que se fundamenta la presente investigación relacionado con los desastres naturales de las heladas y friajes. El objetivo de este capítulo es la revisión de la literatura referente a los conceptos de desastre natural y logística humanitaria. Además, el propósito es comprender la situación actual de la problemática para poder emitir un diagnóstico que justifique la necesidad de crear un plan de distribución de bienes de ayuda humanitaria mediante herramientas de la investigación de operaciones.

1.1 El concepto de desastre natural y reparto de ayuda humanitaria

Según la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2009), a través de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR), define el desastre natural como la complicación en la actividad regular de una comunidad que ocasiona no sólo pérdidas materiales sino también económicas, humanas y ambientales que superan la capacidad superar la situación por parte de la sociedad afectada con sus propios recursos. Asimismo, se indica que un desastre natural es el “resultado de la combinación de exposición a una amenaza, las condiciones de vulnerabilidad presentes y las capacidades o medidas insuficientes para reducir o hacer frente a las posibles consecuencias negativas” (p. 13).

Balcik y Beamon (2008) refieren que según la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (2005) en promedio durante el periodo de tiempo de 2000 a 2004, la incidencia de los desastres naturales aumentó un 55% y un 33% adicional de damnificados respecto al periodo 1995-1999 (p. 101).

Acerca de la velocidad de inicio y la ubicación de los desastres, Duran, Ergun, Keskinocak y Swann, (2013) afirman que es importante considerar esos aspectos como factores vitales

para una eficiente asistencia humanitaria. Dichos autores afirman que es necesario definir niveles de agilidad y prioridad con el objetivo de asistir en el menor tiempo posible a la población afectada por el desastre. Por tanto, existe una ventaja cuando los desastres son de inicio lento y ocurren gradualmente a lo largo de un período, como por ejemplo las sequías, los fenómenos de lluvias torrenciales, los huaicos, entre otros; porque ocurren en lapsos de tiempo más largos lo que permite evaluar con más anticipación la demanda de los afectados para mejorar su atención.

Por otro lado, Hallegatte, Fay y Barbier (2018) indican que existe una relación entre pobreza padecida por la población y zonas de riesgo es bidireccional debido a que las personas vulnerables y pobres tienden a ubicarse en zonas de riesgos sobre las cuales los desastres naturales tienen más impacto, los mismos que generan mayor nivel de pobreza. En el caso del Perú, Hallegatte et al. (2018) menciona que durante el periodo de años de 2003 y 2008, un desastre anual causó un incremento en el índice de pobreza entre un 16% y 23% (p. 10).

La distribución de bienes humanitarios a las poblaciones afectadas durante los primeros días después del desastre resulta complicado más aun cuando no existe una planificación previa. Estas condiciones generan que en algunas ocasiones se realicen distribuciones de los bienes de asistencia de manera ineficientes, costos más altos en el proceso y población vulnerable no satisfecha.

Asimismo, según la Organización Panamericana de la Salud (2000), los primeros días posterior al desastre son considerados vitales debido a que se desconoce la magnitud exacta de los perjuicios, no se cuenta con información validada y los afectados aumentan considerablemente.

1.2 Desastres naturales en el Perú

En el año 2018, se registró que la mayoría de las emergencias ocurridas durante el año fueron generadas por el efecto de baja temperatura en el país, dicha evidencia la revela en la figura 1.

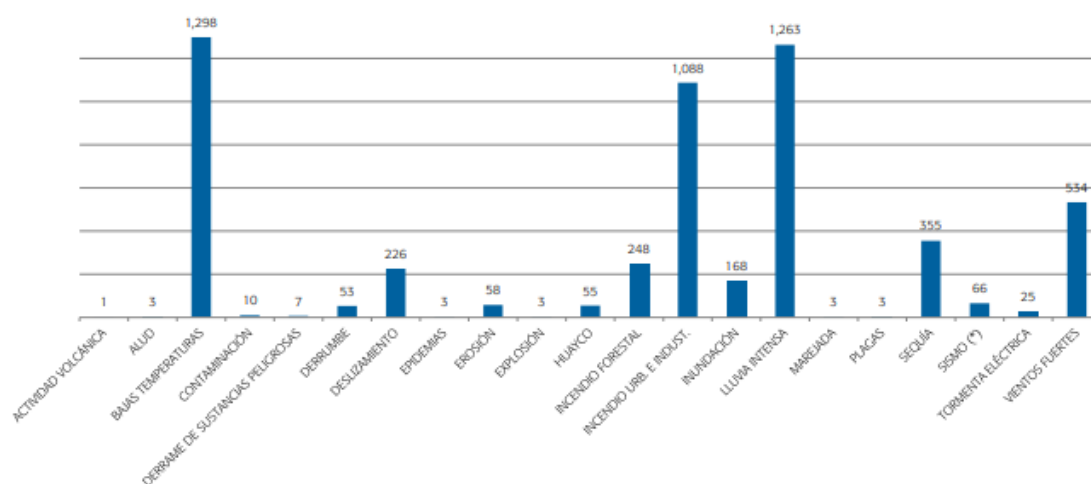


Figura 1: Número de emergencias, según tipo de fenómeno 2018

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (2019, p. 131)

1.2.1 Heladas

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (2018), desde el punto de vista meteorológico, las heladas son fenómenos que ocurren cuando la temperatura del aire desciende a valores menores o iguales a 0 °C. Asimismo, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2010) refiere que la helada es la reducción de la temperatura de la atmósfera que tiene impacto sobre los cultivos, animales y población humana. Asimismo, el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de desastres (Presidencia del Consejo de Ministros del Perú, 2014) refiere que las heladas son fenómenos generados por la irrupción de masas de aire de fuente antártica y por un exceso de enfriamiento del suelo durante días con poca humedad (p. 14).

Según Morales (1998), las heladas pueden ser clasificadas con base en su origen de la siguiente manera: advección, por radiación y por evaporación. El primer tipo de heladas se

generan a causa del traslado de masas de aire a través de las áreas bajas de las montañas. En segundo lugar, las heladas por radiación ocurren por la carencia de nubes y por la baja concentración de vapor de agua cuyo impacto afecta a los cultivos durante las estaciones de primavera y otoño. Finalmente, el último tipo de heladas son causadas por la evaporación del agua y ocasionan menos perjuicios sobre la población que las otras.

Desde el punto de vista meteorológico de la temperatura, las heladas son caracterizadas a nivel regional según los efectos sobre los cultivos, animales, personas y bienes materiales. Según el SENAMHI (2010), “los factores que favorecen la ocurrencia de las heladas son mayor latitud y mayor altitud; lejanía del mar y mayor enfriamiento nocturno y la presencia de montañas en la zona” (p. 15). Todos estos factores se ajustan y producen las heladas con distinto nivel de severidad. Asimismo, el intervalo de temperaturas acontecidas puede considerarse como un criterio para clasificar a las heladas como ilustra la tabla 1.

Tabla 1
Categorización de las heladas según intervalos de temperaturas

Heladas	Rango (°C)
Muy Severas	> -10
Severas	-8 a -9.9
Muy fuertes	-6 a -7.9
Fuertes	-4 a -5.9
Moderadas	-2 a -3.9
Suaves	0 a 1.9

Fuente: SENAMHI (2010, p. 17)

De igual manera, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2017) establece una clasificación de las heladas con base en la frecuencia y temperatura de dicho fenómeno, según se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Frecuencia de heladas y temperatura

Rangos	Parámetros de evaluación	
	Frecuencia de heladas (día/mes)	Temperatura mínima (°C)
5	25 a 31 días	> -10
4	15 a 25 días	-10 a -5
3	5 a 15 días	-5 a 0
2	2 a 5 días	0 a 5
1	0 a 2 días	> 5

Fuente: CENEPRED (2017, p. 10)

Asimismo, el CENEPRED (2017) indica que, en el año 2018, del total de 1 873 distritos en el país, el 73% de ellos son afectados por las heladas. En la tabla 2, se observa que las heladas ocurren anualmente con mayor frecuencia en la sierra centro y sur del Perú, generalmente en las regiones de Puno, Arequipa y Cusco. También presentan heladas frecuentes las regiones de Junín y Pasco, así como la vertiente occidental de la cordillera, como Huancavelica y Ayacucho, pero en menor cantidad de zonas e impacto. En el caso particular de Puno, es necesario mencionar que el Lago Titicaca actúa como un regulador de temperatura y el clima de la región generando que las heladas sean menos frecuentes en las zonas más cercanas al lago. La tabla 3 muestra la cantidad de zonas afectadas por el fenómeno de heladas por cada departamento del país.

Tabla 3

Zonas afectadas por heladas según departamento

Departamento	2016	2017	2018	Total
Puno	49	68	67	184
Cusco	37	39	22	98
Huancavelica	42	13	19	74
Apurímac	20	18	23	61
Ayacucho	25	5	20	50
Arequipa	8	18	0	26
Junín	9	5	0	14
Lima	6	9	19	34
Huánuco	13	5	0	18
Loreto	0	0	0	0
Pasco	5	2	2	9
Piura	0	2	0	2
Ancash	4	0	6	10
Tacna	2	5	0	7
Moquegua	0	4	0	4
Cajamarca	5	0	0	5
La Libertad	2	0	0	2
Total	227	193	178	

Fuente: Adaptado de Presidencia de Consejo de Ministros (2016, 2017, 2018)

Respecto a las zonas afectadas por el fenómeno de las heladas, CENEPRED (2017) informó que 11 regiones de la sierra son consideradas de muy alto riesgo ante las heladas que se registran en diversas partes del Perú siendo las regiones las siguientes: Cusco, Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Lima, Huánuco, Junín, Pasco y Puno.

Cabe mencionar que en las zonas del sur son más afectadas que las del centro y norte, debido a que sufren una etapa previa de lluvias durante los meses de abril y setiembre y con mayor intensidad en junio y julio.

De esta forma, este desastre natural aqueja a la salud de la población y a su economía. En primer lugar, las enfermedades respiratorias provocadas por el fenómeno climático en la población son la neumonía, bronquios, influenza, entre otras. Según el Ministerio de Salud (2018), durante las épocas de temperaturas bajas en el país se registra que las tasas de incidencia de casos de neumonía aumentan, en especial en la zona oriental, por lo que se

afirma que las infecciones respiratorias mantienen un estándar estacional (p. 1222). En segundo lugar, las heladas afectan a las fuentes de alimentación y economía de la población en zonas de riesgo. El ganado es afectado por las bajas temperaturas y sus alimentos suelen ser escasos y de mala calidad por las heladas. Este ganado es parte de la alimentación de dicha población. Además, las heladas afectan a las reservas de agua y carreteras o vías de comunicación y comercialización con otras localidades.

Asimismo, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008), el ganado que se cría en las zonas de heladas es afectado por las bajas temperaturas; mientras los que pueden mantenerse con vida tienen bajos sus niveles de producción de leche, carne y gestación de una cría. Asimismo, se afirma que los alimentos que consumen dichos animales suelen dañarse en su totalidad debido al drástico cambio de clima al nivel crítico del cultivo. Finalmente, la FAO (2008) indica que las heladas también causan daños en las carreteras lo cual afecta el acceso al agua, alimentos y otros activos que se transportan hacia las poblaciones. En resumen, la oferta de recursos y bienes de primera necesidad se reducen en la época de las heladas, de modo que se convierte en un problema latente con potencial impacto negativo en zonas vulnerables del Perú.

Con respecto a las políticas públicas en el Perú para enfrentar los impactos de las heladas, Chambio (2016) señala que existe una organización ineficiente en la programación de actividades de prevención para afrontar tanto para las heladas como para el friaje. Asimismo, el autor afirma que existe una preocupación latente en las autoridades de las regiones de Apurímac, Huancavelica, Cerro de Pasco, Tacna y Puno (p. 26). De igual manera, en la investigación se menciona que el análisis de la vulnerabilidad constituye una herramienta importante para determinar debilidades y las medidas correctivas con el propósito de implementar la atención de la emergencia. Asimismo, se identificó que los principales problemas latentes en la atención de las emergencias son la ineficiente intervención en la

asistencia de logística y el insuficiente nivel de abastecimiento para cubrir los servicios elementales a la población afectada (Chambio, 2016).

Según Chambio (2016), una de las medidas que deberían implementarse ante las heladas es mantener e idear un sistema de calentamiento para mantener las temperaturas adecuadas, incluir vitaminas y grasas dentro de la alimentación de la población, además de mantenerse con abrigos gruesos. Finalmente, se debe salvaguardar los animales y cultivos. Dentro de las conclusiones de su investigación, Chambio (2016) menciona que todas estas medidas solo son posibles a través de los recursos que debe brindar el Gobierno Central del Perú.

1.2.2 Friaje

Según SENAMHI (2020), el friaje es un desastre natural cuya causa raíz es el ingreso de aire frío que genera descenso de temperatura del aire. En el Perú, el friaje está caracterizado por los dos siguientes factores: (1) el aire frío que se desplaza desde sur hacia el norte; (2) la generación de lluvias intensas. Estos dos factores ocasionan en pocas horas una fuerte disminución de la temperatura.

Por otra parte, SENAMHI (2010) explica que se trata de un fenómeno meteorológico durante el cual la temperatura baja notablemente hasta 10° respecto a sus valores usuales. Se presenta entre los meses de mayo a septiembre en las zonas altas de los Andes expresándose en persistentes nevadas; mientras que, en la Amazonía, se produce el descenso brusco de la temperatura que afecta tanto a la población como a la vegetación. En promedio, las temperaturas máximas suelen ser de 35 °C a 22 °C por la nubosidad presente en la zona; y las temperaturas mínimas, de 22 °C a 11°C por ingreso de aire frío. Asimismo, anualmente se registran entre 6 y 10 periodos de friajes, cuya duración es de 6 o 7 días.

Además, el SENAMHI (2010) refiere que, por lo general, el friaje afecta a los departamentos de Madre de Dios, la selva de Puno y Cusco, así como Ucayali y Loreto. En algunas ocasiones afecta también la selva de los departamentos de San Martín y Huánuco. Es así que la

población expuesta al fenómeno del friaje se reporta que son 3 171 106 habitantes para el 2018, quienes residen en los departamentos más afectados ya mencionados,

Los pobladores de los distritos afectados tienden a padecer de problemas de salud por causa del friaje, así como los fuertes vientos y las lluvias ocasionadas. Asimismo, estas condiciones afectan a la infraestructura de casas y escuelas, ganado vacuno y crías, las ovejas, alpacas y llamas y otros animales vulnerables en esa temporada (CENEPRED, 2014).

La PCM ha identificado la cantidad de zonas afectadas en los años del 2016, 2017 y 2018, como se visualiza en la tabla 4.

Tabla 4
Zonas afectadas por friaje según departamento

Departamento	2016	2017	2018
Loreto	18	3	4
Ucayali	3	6	6
Madre de Dios	4	9	8
Ayacucho	0	3	4
Cusco	0	7	3
Huánuco	0	7	6
Junín	0	4	5
Pasco	0	6	6
Puno	0	3	5
San Martín	4	0	0
Amazonas	3	0	0
Total	32	48	47

Fuente: Adaptado de Presidencia de Consejo de Ministros (2016, 2017, 2018)

1.3 Logística

Según Ballou (2004), la logística está presente dentro del área de estudio de cadena de abastecimiento y se conceptualiza como la disciplina de planificación, dirección y control del flujo de materiales, suministros, insumos y productos terminados con el propósito de satisfacer correctamente los requerimientos exigidos por los entes participantes, los cuales pueden ser consumidores finales, clientes y/o usuarios. El alcance de este concepto se

desarrolla desde la producción y/o generación de servicios hasta los consumidores finales. Además, Ballou (2014) afirma que la logística es muy importante debido al impacto que tiene dentro de la cadena de suministro y abarca nociones como transporte, abastecimiento, demanda y oferta, entre otros, todos dentro de un óptimo ideado para alcanzar un objetivo tal como minimización de costo y/o maximización de abastecimiento.

Por otro lado, Lambert, Cooper y Pagh (1998), la logística se define como el “proceso de planear, implementar y controlar, en forma eficaz y eficiente, el flujo y almacenamiento de bienes y servicios e información relacionada, desde el punto de origen al de consumo con el objetivo de satisfacer los requerimientos de clientes” (p. 7).

González (2014) menciona que el propósito de la logística es incrementar las ventajas competitivas de la cadena de distribución de bienes y servicios (p. 19).

La logística comprende el planeamiento y gestión de la distribución de los bienes, el eficiente control de la información, gestión de abastecimiento y reabastecimiento, además de la gestión de la demanda y oferta, entre otros. La logística toma modelos matemáticos matriciales para agrupar actividades de transportación de materiales y bienes con fin de optimizar dichos procesos.

Generalmente, estos procesos suelen tener puntos de mejora continua; sin embargo, hay algunos procesos como el estudio de la demanda que resultan ser poco eficientes debido a la escasa información con la que se cuenta, esto no solo a nivel comercial sino también y con mayor intensidad en las cadenas logísticas de emergencias humanitarias.

Según González (2014), es importante considerar la definición de las rutas para la asistencia logística a nivel de espacio y tiempo requerido con el fin de trasladar los bienes de primera necesidad desde el centro de abastecimiento hacia las zonas afectadas. Además, se debe considerar los riesgos a los que están expuestas las rutas identificadas con el fin de evitar posibles problemas. Asimismo, González (2014) refiere que según Heizer (2004) durante el

planeamiento del sistema de atención logística surgen las siguientes incertidumbres: ubicación de los centros de abastecimiento, definición de los niveles y frecuencia de reabastecimiento de inventarios para evitar exceso de stock y desabastecimiento. Estas consultas pueden ser resueltas a través del uso de modelos de optimización o simulación que contribuyen a la reducción del tiempo de búsqueda de la solución óptima; además que estos permiten la interacción dinámica entre el analista y el sistema.

Bowersox, Closs y Cooper (2017) mencionan que el desempeño del transporte es vital dentro de la cadena logística para la adquisición y la atención al consumidor final. Para el caso de la logística comercial, si el transporte no funcionara eficientemente, la mayoría de las actividades comerciales no funcionarían o consumiría tiempo, recursos financieros y ambientales en exceso. Para el caso de la logística humanitaria, el efecto es mayor pues el hecho de tomar una decisión incorrecta sobre el tipo de transporte más eficiente puede causar pérdidas humanas y materiales de primera necesidad.

Asimismo, Kovács y Spens (2011) afirman que el desarrollo de nuevos softwares de optimización y nuevas tecnologías contribuyen activamente con el objetivo de identificar métodos computacionales más eficientes para modelar las restricciones y supuestos de la operación logística humanitaria (p. 9).

Por otro lado, Chopra y Meindl (2013) define a la red de transporte como el conjunto de nodos de traslado, ubicaciones y rutas a lo largo de las cuales puede enviarse los bienes de asistencia humanitaria. Una organización debe decidir si transportar desde una fuente de suministro directamente al punto de demanda o se establecerán puntos intermedios; además de contemplar si se incluirán o no múltiples puntos de oferta o demanda en un solo recorrido para una relación bilateral. Asimismo, para determinar el tipo de transporte para usar se evalúan distintos factores como el costo promedio de transporte, volumen y cantidad promedio de envío, costo promedio de transporte por envío, entre otros factores. Es decir, se

deben analizar los costos de envío hasta hallar el punto de equilibrio a partir del cual se decida establecer instalaciones más cercanas al usuario final a menor costo.

Adicionalmente, Chopra y Meindl (2013) señalan que una red de distribución adecuada puede usarse para mejorar los objetivos de la cadena de suministro como la minimización de costo, aumentar la capacidad de respuesta y atención a la población afectada, entre otros. Esto debe estar relacionado directamente con las necesidades del usuario final por satisfacer. Por ejemplo, para el caso del transporte, los costos de transporte están referidos al envío del material desde una instalación y en casos en los que se requiere con urgencia los bienes en la zona de desastre, se debe incurrir en costos extraordinarios a fin de satisfacer la necesidad. Estos tienden a ser más altos por unidad transportada porque en general los tamaños de los lotes entrantes son más grandes como se ilustra en la figura 2.

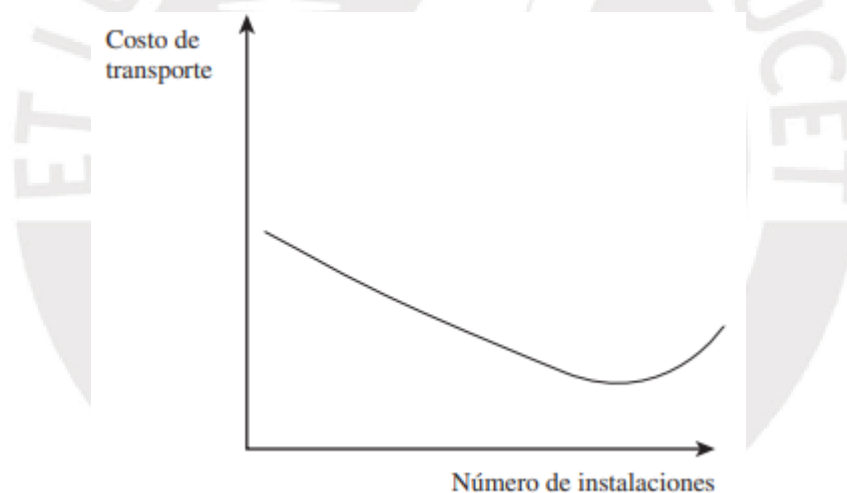


Figura 2: Evolución del costo de transporte en relación con la cantidad de instalaciones

Fuente: Chopra y Meindl (2013, p. 71)

Como se aprecia en la figura 2, existe un punto de inflexión en el que cambia la relación entre los factores número de instalaciones para abastecimiento y costo de transporte. Según afirma Chopra y Meindl (2013), con el objetivo de aproximar los puntos de abastecimiento a los usuarios finales, a medida que se establecen mayor cantidad de instalaciones, el costo de transporte disminuye; sin embargo, existe un punto en el que aumentan los costos. Lo importante

es la realización de una evaluación económica; sin embargo, si se desea reducir aún más el tiempo de respuesta ante los consumidores finales, es probable que se deba aumentar el número de instalaciones más allá del punto que minimiza los costos logísticos. La cantidad de instalaciones dependerá, además del tiempo de respuesta que quiera alcanzarse, la cobertura de la demanda que debe satisfacerse, entre otros objetivos que deban cumplirse.

1.3.1 Logística humanitaria

Kunz, Van Wassenhove, Besiou, Hambye y Kovács (2017) refieren que según Thomas y Kopczak (2005), la logística humanitaria comprende el proceso de planeamiento, desarrollo e inspección del traslado de bienes de asistencia logística, gestión del almacenamiento de bienes y materiales en los centros de abastecimientos temporales y la gestión de información sobre la situación real en las zonas afectadas (p. 1).

Además de la asistencia y atención ante las emergencias generadas a causa de los fenómenos naturales, la logística humanitaria se encarga de conseguir la satisfacción de los requerimientos del beneficiario final, es decir en la etapa de post desastre se debe restaurar la situación hasta el cumplimiento de la normalidad de la vida de los pobladores afectados. De esta forma, Sánchez (2017) refiere que según Gigola (2015) el objetivo principal es “la atención inmediata a damnificados para evitar pérdidas humanas y lograr la recuperación de los recursos materiales y servicios necesarios para una pronta rehabilitación de la sociedad afectada” (p. 13).

El alcance de ese concepto abarca, para los bienes de ayuda humanitaria, los procesos de estimación, provisión, almacenamiento y traslado, así como el control en esas etapas. El alcance se extiende hasta planear la distribución del personal y servicios requeridos en la zona afectada por el desastre, con el objeto de asistir a las personas sobrevivientes de un desastre. Por tal motivo, se puede plantear diferentes modelos de acuerdo con el objetivo que se desee conseguir y a las restricciones y suposiciones que se consideren.

Respecto al objetivo de la asistencia a través de la logística humanitaria, Balcik y Beamon (2008) afirman que el propósito es proporcionar auxilio eficiente para el aseguramiento de bienes de primera necesidad a las zonas afectadas. Es necesario mencionar que existen diversos retos a superar como el carácter impredecible de la demanda, riesgos durante el traslado de bienes, escasez de recursos, entre otros (p. 102).

Por otro lado, el estudio de la logística involucra la determinación del sistema de planificación para la distribución y gestión de los bienes (González, 2014). Chopra y Meindl (2013) señalan que el propósito del diseño de una red de distribución es optimizar la cadena de suministro, además de la minimización de costo, aumento de la capacidad de respuesta y atención a la población afectada, entre otros. Por otro lado, la logística humanitaria comprende la planificación e implementación del flujo eficiente para el almacenamiento de bienes y materiales con el propósito de atender a las personas vulnerables y afectadas por desastres. En el Perú, todos los objetivos y conceptos antes detallados se gestionan a través del Plan Multisectorial ante Heladas y Frijajes (PCM, 2019), en el que se detalla las zonas identificadas para priorizar la ayuda humanitaria, evaluación de susceptibilidad y vulnerabilidad y gestión de entrega de bienes y responsables.

Asimismo, según Cozzolino (2012), en el proceso de logística humanitaria se identifican cuatro etapas principales:

- a. Mitigación: es la etapa en la que se identifican las formas de prevención con el objetivo de limitar los impactos adversos de las amenazas y riesgos existentes.
- b. Preparación: incluye las actividades previas para ejecutar en respuesta del desastre.
- c. Respuesta: comprende de actividades de asistencia, evacuación, búsqueda y rescate.
- d. Recuperación: implica actividades de reconstrucción y otras necesarias para conseguir regresar a la situación previa al desastre.

Según Holguín-Veras et al. (2012), existen importantes características que deben analizarse durante la etapa de preparación como la rapidez de inicio del desastre, el tiempo de identificación de la causa del desastre, identificación de las zonas afectadas y la magnitud del impacto de los daños físicos. Por otro lado, Holguín-Veras et al. afirman que el proceso de recuperación comprende dos fases: (1) en el corto plazo, abarca la respuesta inmediata brindada y la recuperación ante los daños, establecimiento de centros de refugios temporales, entre otras actividades. (2) La fase de recuperación a largo plazo comprende actividades que regulan mejoras en la calidad de vida y pueden prolongarse por periodos mayores a un año (p. 497).

De igual forma, es importante realizar la diferenciación entre la logística comercial y la logística humanitaria. Según González, Kalenatic, Rueda y López (2012), las actividades principales para cumplir con los objetivos de la logística comercial son las siguientes: la preparación, la planificación de adquisiciones, transporte, almacenamiento, seguimiento y localización, y el despacho de aduanas. Asimismo, Carrasco (2017) refiere que según De Brito (2007) existen diferencias significativas entre las cadenas de suministro comercial y humanitaria en referencia al flujo de bienes, dinero e información. Estas diferencias se pueden apreciar en las figuras 3 y 4.

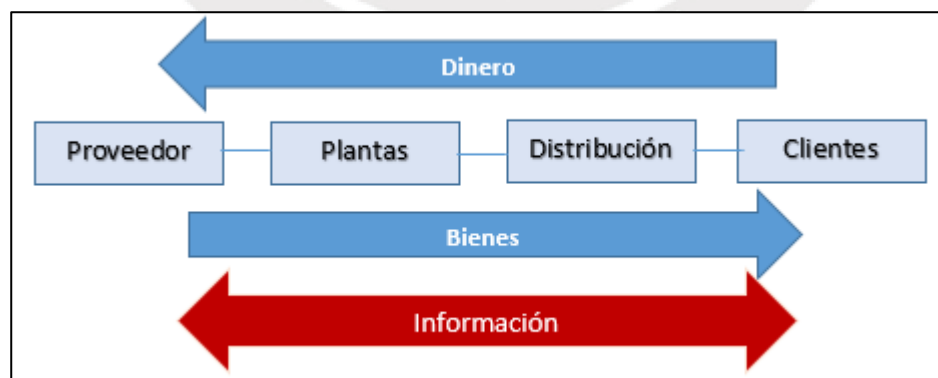


Figura 3 Flujo de información y dinero en una logística comercial

Fuente: Carrasco (2017, p. 57)

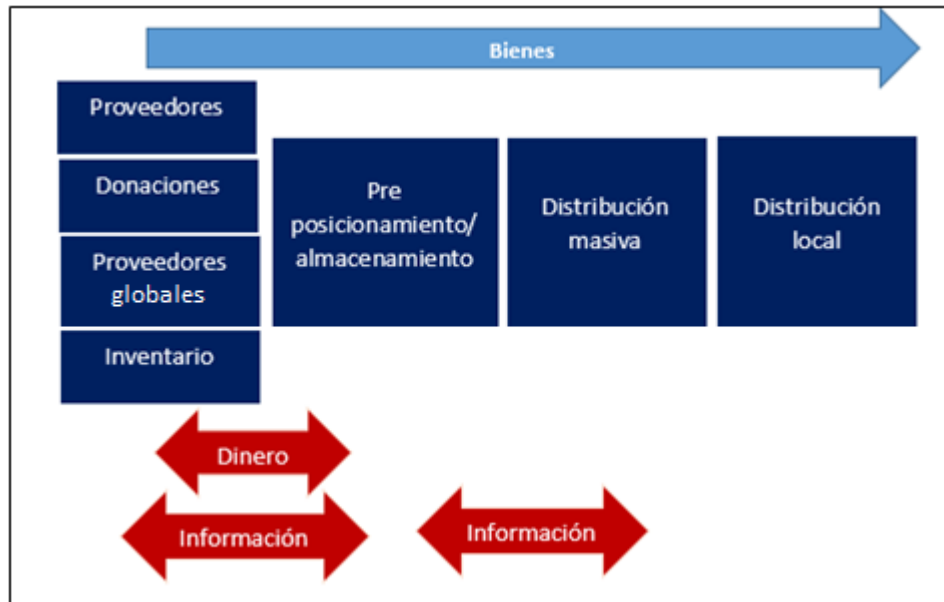


Figura 4: Flujo de información y dinero en una logística humanitaria

Fuente: Carrasco (2017, p. 57)

Como se observa en las figuras 3 y 4, una de las diferencias importantes es el flujo de información. Por un lado, en la cadena de abastecimiento comercial, el flujo de información es bidireccional para cada una de las entidades de la cadena. Por otro lado, en la cadena de abastecimiento de logística humanitaria, el flujo es más limitado en la entidad de población, por lo que el análisis suele complicar los procesos de identificación de víctimas (demandas), distribución y transporte. Esta es una de las evidencias que revelan que la gestión logística resulta más complicada, por lo que es necesario brindar mayor soporte en cada una de las etapas.

Holguín-Vera et al. (2012) también indican que la logística humanitaria puede ser clasificada de la siguiente manera: (a) logística humanitaria regular y (b) asistencia humanitaria posterior al desastre (p. 499). Las diferencias entre ambos tipos se visualizan en la tabla 5.

Tabla 5

Diferencias entre la logística humanitaria regular y asistencia humanitaria posterior al desastre natural

Característica	Logística humanitaria regular	Asistencia humanitaria posterior al desastre logística
Objetivo	Minimización de costos	Minimización de costos
Origen de los flujos de productos	Autónomo	Impacto por la convergencia material
Demanda conocida	Conocido con cierta certeza	Desconocido/estable
Estructura de toma de decisiones	Interacciones estructuradas controladas	Interacciones estructuradas controladas
Frecuencia y volumen de actividades logísticas	Flujos relativamente constantes y repetitivos. Volúmenes grandes	Único, volúmenes pequeños inesperados
Estado de las redes	Bajo estrés aunque estable	Gran impacto
Sistema de apoyo	Comprometido. Casi estable y funcional	Variante

Fuente: Holguín-Vera et al. (2015, p. 499)

Por un lado, en la logística humanitaria regular se asume que punto de origen, el punto de destino y los flujos de abastecimiento pueden ser constantes y habituales. Por otro lado, para el caso de la asistencia humanitaria posterior al desastre, los puntos de abastecimiento y flujos de distribución son poco recurrentes, más dinámicos e improvisados, por lo que las operaciones son más complejas (p. 499).

Por otro lado, Sánchez (2017) refiere que según Gigola (2015), los principales desafíos que se deben asumir dentro de la cadena logística humanitaria son las características particulares de los entornos de desastre y la dificultad de acceso, el nivel de pobreza y escasez de recursos a los que se enfrentan habitualmente las comunidades que son afectados por los fenómenos, la dificultad de prever y cuantificar los daños anticipadamente a la ocurrencia del evento, la ineficiente organización de la información ya que se encuentra dispersa y toma mucho tiempo acceder a las diferentes instancias que la poseen.

Así también, se establecen otros desafíos como son la coordinación eficaz y la disposición con los miembros de la cadena de suministro, además de la relación con los terceros (proveedores, mediadores, otros) y finalmente, la incertidumbre en la demanda.

Adolfo (2015) señala que la planificación logística está constituida por planeación estratégica, planeación táctica y planeación operativa. Estos criterios se visualizan en la figura 5.

Estrategia	Táctica	Operativa	
Definición de almacenes (Cantidad y lugar)			Ubicación de instalaciones
Definición de política de ubicación	Definición de nivel de inventario	Definición de política de reabastecimiento	Inventarios
Determinación del modelo	Determinación de agenciamiento de vehículos	Definición de rutas y despacho	Transporte
Diseño del sistema de proceso de pedidos		Cumplimiento de requerimientos a tiempo y en posterior.	Procesamiento de pedidos
Determinación de estándares de atención	Asignación de prioridad de pedidos	Celeridad en las entregas de pedidos	Servicio al cliente
Diseño de distribución	Definición de almacenamiento temporal	Selección de pedidos y reaprovechamiento	Almacenamiento
Diseño de relaciones proveedor-comprador.	Contratación	Liberación de pedidos	Compras

Figura 5: Plan estratégico logístico en ayuda humanitaria

Fuente: Hernández y Ruiz (2012) citado en Adolfo (2015, p. 41)

Según Tatham et al. (2013), el tipo de emergencia generada a causa de la ocurrencia de los desastres naturales puede variar con base en el nivel de impacto producido, por lo que la gestión logística requerida dependerá de las características del evento. Se ha establecido trece criterios bajo los cuales se puede clasificar y mejorar el planeamiento de atención a las zonas de desastre. Según Tatham et al. (2013), estos trece criterios son: (1) tiempo disponible para la acción, (2) cantidad de personas afectadas, (3) densidad poblacional, (4) alcance del impacto, (5) severidad de la pérdida (daños físicos), (6) duración (desde el momento del impacto inicial hasta la finalización), (7) categorización del ambiente geográfico, (8) topografía de la zona afectada, (9) circunstancias climáticas, (10) PBI per cápita, (11) complejidad de la logística, (12) seguridad ambiental, (13) riesgo de recurrencia.

Los trece criterios definidos anteriormente son útiles para determinar el tipo y cantidad de bienes de distribución, el tiempo de respuesta con base en la disposición de los recursos, la

estrategia de logística, el nivel de participación de las entidades colaboradoras, entre otras actividades.

Según Tomasini y Van Wassenhove (2009), las actividades dentro la logística humanitaria tienden a ser muy dinámicas debido a la espontaneidad de los desastres naturales y a la necesidad de repuesta rápida de atención a la población afectada (p. 9). Sin embargo, son estas mismas características las que pueden generar asistencia e implementación de planes de logística humanitaria poco eficientes.

Además, Tomasini y Van Wassenhove (2009) indican que existen desafíos inherentes en la planificación e implementación de un sistema de socorro ante desastres naturales como la incertidumbre de la demanda, la carencia de buena infraestructura en las rutas de traslado de los bienes de asistencia, las inversiones monetarias inestables y la extrema urgencia de respuesta rápida.

Respecto a la necesidad de respuesta rápida ante un desastre, Tomasini y Van Wassenhove (2009) señalan que, para maximizar la demanda cubierta por atención, la respuesta debe ser dentro del plazo máximo de 72 horas. Sin embargo, Tomasini y Van Wassenhove señalan que en promedio más del 95% del tiempo y recursos se disipan durante el traslado de los bienes de asistencia a las zonas del desastre, por lo que se dificulta el cumplimiento del plazo ideal de respuesta para la atención (p. 49).

Finalmente, según Holguín-Vera et al. (2012), en la logística humanitaria orientada al posdesastre existen desafíos por superar como son las largas distancias que deben recorrer los vehículos que distribuyen los bienes a través de carreteras o vías con acceso restringido, la demanda real de los distintos tipos de bienes requeridos para la atención, la localización de vías de atención y centros de abastecimientos estratégicos, entre otros (p. 497).

1.4 Gestión de riesgos de desastres naturales

Según la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2009), el riesgo se define como la probabilidad de producirse un evento y las consecuencias negativas generadas (p. 29). Asimismo, el riesgo de desastres comprende la probabilidad de generación de pérdidas en referencia de vida humanas, alteración de sistemas de salud, fuentes de alimentación e ingresos económicos, entre otras (p. 30).

Según Vargas (2002), el riesgo de un desastre está definido como la magnitud de daño causado por la presencia de un desastre natural. Es necesario definir al riesgo con base en sus dos componentes: amenaza y vulnerabilidad. El primer concepto involucra la magnitud y la duración de una fuerza que es potencialmente peligrosa para causar destrucción en una población. Por otro lado, la vulnerabilidad se refiere a la disposición interna de una población o zona geográfica a ser afectada por determinada amenaza. Ambos conceptos, a su vez son determinados por conceptos más detallados:

Amenaza = $f\{\text{energía potencial, susceptibilidad, detonador}\}$

Vulnerabilidad = $f\{\text{grado de exposición, protección, reacción inmediata, recuperación básica, reconstrucción}\}$

Así, la amenaza está relacionada directamente en función de la energía potencial del desastre, la susceptibilidad de la población y la situación detonadora. Por otro lado, la vulnerabilidad está en función del grado de la exposición, el nivel de protección que se le brinda a las poblaciones con una reacción inmediata para la recuperación. De esta forma, la tabla 6 detalla las amenazas y la vulnerabilidad según la definición de riesgo de desastre.

Tabla 6

Amenazas y vulnerabilidad dentro de la definición de riesgo de desastre

Componente	Conceptos	Definición
Amenaza	Energía potencial	Magnitud de la actividad o cadena de actividades que podrían desencadenarse
	Susceptibilidad	La posibilidad dentro de un sistema para liberar energía potencialmente peligrosa ante la presencia de un peligro.
	Detonador	Evento o desastre natural
Vulnerabilidad	Grado de exposición	Magnitud de energía potencial destructiva que recibe el agente y por el tiempo que percibe
	Protección	Defensas del agente ante el peligro
	Reacción inmediata	Capacidad del sistema para reaccionar, brindar protección y reaccionar.
	Recuperación básica	Capacidad para rehabilitar las condiciones básicas de subsistencia.
	Reconstrucción	Recuperación del equilibrio para retornar la condición previa al desastre.

Fuente: Vargas (2002, p. 15)

En resumen, el riesgo es la probabilidad de generación de pérdidas a causa de la ocurrencia de los desastres naturales. El riesgo se puede determinar a partir de la evaluación de la amenaza y las condiciones de vulnerabilidad que podrían tener un gran impacto sobre la población, los bienes materiales, las fuentes de ingresos y el ambiente general en el cual se desarrolla dicha población. Por tanto, la vulnerabilidad se define como la disposición de un área y/o población en específico a ser impactada por una amenaza.

1.5 Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje

El objetivo del Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2019 es minimizar la vulnerabilidad de la población que está expuesta a los desastres naturales como heladas y friaje a través de la intervención del Gobierno peruano. Esto con propósito de proteger la vida e integridad física de la población, así como sus medios de subsistencia, con base en la priorización de población según la evaluación de susceptibilidad y vulnerabilidad.

1. Análisis de susceptibilidad

Para el caso de las heladas, se considera la zona o población susceptible cuando la temperatura del aire podría alcanzar valores por debajo de 0°C; mientras que, para el caso de

friaje, se considera la temperatura mínima del percentil 5 (Presidencia de Consejo de Ministros, 2019).

a. Criterios para evaluar las heladas

a.1) Frecuencia de heladas

En la sierra central y sur del país se ubican las áreas que en promedio superan los cinco días de heladas durante el mes de julio.

a.2) Temperatura mínima del percentil 10

Las zonas más afectadas bajo este criterio son las que se ubican en la sierra central, la temperatura alcanza valores por debajo de los 0°C

b. Criterios para evaluar el friaje

b.1) Temperatura mínima del percentil 5

Este es el único criterio que se consideró para evaluar el friaje, de modo que se identificó que los meses con mayor frecuencia de friaje son mayo y junio.

2. Análisis de vulnerabilidad:

El principal parámetro de evaluación para determinar los distritos priorizados que se consideran dentro del Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje (PCM, 2019) es el porcentaje de la población con al menos una necesidad básica insatisfecha (NBI). Esta variable considera los siguientes criterios: a) población en viviendas con características físicas inadecuadas, 2) población en viviendas con hacinamiento, 3) población en viviendas sin servicios higiénicos, 4) población en hogares con niños que no asisten a la escuela, y 6) población en hogares con alta dependencia económica.

En resumen, la tabla 7 ilustra la cantidad de distritos por departamento del país que fueron afectados por los fenómenos de heladas y friaje.

Tabla 7

Cantidad de distritos por departamentos afectados por heladas y friaje

Departamento	Cantidad de distritos	Fenómeno
Puno	68	Heladas
Ayacucho	5	Heladas
Cusco	39	Heladas
Huancavelica	13	Heladas
Junín	5	Heladas
Huánuco	5	Heladas
Arequipa	18	Heladas
Apurímac	18	Heladas
Pasco	2	Heladas
Piura	2	Heladas
Lima	9	Heladas
Moquegua	4	Heladas
Tacna	5	Heladas
Loreto	3	Friaje
Ucayali	6	Friaje
Madre de Dios	9	Friaje
Ayacucho	3	Friaje
Cusco	7	Friaje
Huánuco	7	Friaje
Junín	4	Friaje
Pasco	6	Friaje
Puno	3	Friaje

Fuente: Presidencia de Consejo de Ministros (2019)

Como se observa en la tabla 7, se identificó que 22 de los 25 departamentos del país fueron afectados por las heladas y friajes en el año 2019. Estos desastres tuvieron impacto sobre 241 distritos, de los cuales el 80% fueron afectados por heladas y el 20% por friajes.

Las heladas y friajes son fenómenos naturales que afectan a la población peruana año tras año. Es por ello por lo que entidades públicas como el SENAMHI, Ministerio de Salud, Ministerio de Vivienda, Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura y Riego e INEI intervienen en el Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes con el propósito de asistir a la población afectada con la distribución bienes de apoyo humanitario y servicios de atención.

Además, Tomasini y Van Wassenhove (2009) destacan la importancia de disponer de la información necesaria para el análisis del riesgo y cuantificación del impacto sobre la población vulnerable. Según esos autores, durante los primeros días posterior al desastre, la información sobre la situación en las zonas afectadas es limitada (p. 29). Por ello, es

importante realizar las estimaciones y valoraciones exhaustivas previas con el propósito de asegurar la intervención eficiente al momento de desastre.

1.5.1 Entes participantes en el Plan Multisectorial

Como se mencionó, para la planificación y ejecución de la asistencia a las zonas afectadas por los fenómenos de heladas y friaje, es importante la cooperación de las entidades públicas.

A continuación, se detalla el tipo de intervención y el nivel de responsabilidad dentro del plan anual como se visualiza en la tabla 8.

Tabla 8

Entes participantes del Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje

Ente	Responsabilidad
Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables (MIMP)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de abrigos
Ministerio de Educación (MINEDU)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de kits pedagógicos, módulos educativos prefabricados, entre otros.
Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de pastos cultivados, cobertizos, kits veterinarios, kits de abono foliar.
Ministerio de Salud (MINSa)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de kits para campaña de salud, kits para atención de influenza en niñas y niños de máximo 5 años de edad.
Ministerios de Vivienda, Construcción y Saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de viviendas rurales
Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de elementos para la instalación de banda ancha, mantenimiento rutinario, entre otros.
Ministerio de Energía y Minas (MINAM)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de elementos para la instalación de sistemas fotovoltaicos y proyectos de electrificación
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS)	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del Programa Mi Abrigo, administración de tambos, acondicionamiento de locales, entre otros.
Ministerio del Ambiente (MINAM)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de material informativo, difusión de avisos meteorológicos, entre otros.
Ministerio del Interior (MININTER)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de kits de abrigo entregados
Presidencia de Consejo de Ministros (PCM)	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de proyectos de ciencia y tecnología

Fuente: PCM (2019, p. 57-58)

Según Besiou y Van Wassenhove (2020), resulta importante asegurar el trabajo en equipo de las distintas organizaciones con el propósito de lograr que las operaciones de la logística humanitaria sean más eficientes y maximizar la cobertura de atención (p. 137). Por tanto,

como se visualiza en la tabla 8, en el plan del Gobierno Central se contempla el trabajo cooperativo de varios organismos del Estado peruano.

1.5.2 Kits de ayuda humanitaria

Según Holguín-Vera et al. (2012), los bienes distribuidos para la asistencia ante la emergencia humanitaria están clasificados de la siguiente manera:

- a) Alta prioridad: de consumo inmediato y urgente. Suelen ser artículos de primera necesidad, alimentos, entre otros.
- b) No urgente: referido a los bienes que suelen ser útiles posteriores a la acción inmediata después del desastre. Son aquellos que deben ser almacenados con el propósito de salvaguardarlos para su posterior uso y/o consumo.
- c) No prioritario: resultan ser poco útiles para la situación. Su origen radica en donaciones mal requeridas y distribuidas. Deben ser analizadas antes de ser almacenadas con el propósito de clasificar las más útiles y descartar las sobrantes.

Por otro lado, Kovacs y Spens (2011) indican que existe un escaso número de investigaciones acerca de los kits de bienes de ayuda humanitaria y las medidas estándar en los empaques que se distribuyen, por lo que resulta complicado el proceso de optimización de cantidad de viajes asignados para el traslado de dichos bienes (p. 7).

De acuerdo con el Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes (2019), los bienes de ayuda humanitaria que son distribuidos a las zonas afectadas son clasificados de la siguiente manera:

1. Kits de abrigo y frazadas: se distribuye a los niños y niñas a través del Programa CUNA MAS. Los kits incluyen mantas para gestantes, buzo de polar para niños y/o niñas, además de poncho y/o casaca impermeable.

2. Módulos educativos prefabricados: son distribuidos a las instituciones educativas de educación básica; están conformados por materiales con protección solar, de viento, nieve y lluvia. En la tabla 9 se detalla la cantidad de estos bienes considerados en del Plan Multisectorial ante heladas y friaje 2020-2021, según tipo de fenómenos.

Tabla 9

Módulos educativos prefabricados

Responsable	Kits	Heladas (Centro poblado)		Friaje (Centro poblado)	
		Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 1	Prioridad 2
MINEDU	Módulos educativos prefabricados	377	552	145	776

Fuente: Presidencia de Consejo de Ministro (2019, p. 89)

3. Kit veterinario, kit de alimento, kit abono foliar, kit de semillas de cultivos, kit de semillas de pastos y módulos cobertizos.

Kit veterinario: según la Presidencia de Consejo de Ministros (2019), en el Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes 2020-2021, estos bienes se distribuyen bajo una centralización distrital y están conformados por medicinas e implementos para la atención médica de los animales (p. 70).

Kit de abono foliar: son entregados a nivel distrital con el propósito de recuperar los cultivos afectados por los fenómenos a causa de la humedad.

Kit de semillas de pastos: se entregan semillas de pastos cultivados a los productores con el propósito de evitar el desabastecimiento de alimento para los animales en la época de heladas.

Kit de conservación de forraje: se entregan a los cultivadores con el propósito de que mantengan sus forrajes y se evite desabastecimiento de alimentos naturales para los animales.

En síntesis, el objetivo del Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2019 es minimizar el daño de la población que se encuentra expuesta a las heladas y friajes mediante la

intervención colaborativa de distintas entidades del Gobierno peruano. En este documento se plantea el análisis de la población peruana con base en los dos siguientes criterios: (a) susceptibilidad y (b) vulnerabilidad. Por un lado, la susceptibilidad de la población es cuantificada a través de la medición de la temperatura mínima del percentil 5, temperatura mínima del percentil 10 y la frecuencia de la ocurrencia del desastre. Por otro lado, la vulnerabilidad puede ser cuantificada a través de las condiciones físicas inadecuadas de las viviendas, carencia de servicios higiénicos, carencia al servicio de educación y población en hogares con alta dependencia económica. Finalmente, es necesario mencionar que el 90% de los departamentos del país son afectados por las heladas y friajes. Con base a la necesidad de asistencia ante los desastres naturales, el Gobierno peruano gestiona la entrega de kits de ayuda humanitaria como kits de abrigos y frazadas, kits veterinarios, kits de alimentos, entre otros.

1.6 Programa Nacional de Tambos

Según el MIDIS (2017), los tambos son plataformas fijas en el que se encuentra personal capacitado e instalaciones especializadas brindadas por el Gobierno Central a través de los cuales se facilitan servicios de salvamento, asistencia médica y distribución de bienes. Estos son administrados a través del Programa Nacional Tambos en el año 2013, cuyo objetivo es suministrar servicios y actividades sociales dirigidas a las personas pobres y pobres extremos afectados por los desastres (Poder Ejecutivo, 2013).

Según la Presidencia de Consejo de Ministros (2019), para el año 2019 se contaba con 87 tambos para servir a la atención de la población vecina, coordinar con los gobiernos regionales y atender y mitigar los efectos de frente a los desastres naturales. La tabla 10 muestra la distribución por departamentos.

Tabla 10

Número de tambos en departamentos priorizados

Tambos	Heladas	Friaje
Ancash	0	0
Apurímac	3	0
Arequipa	8	0
Ayacucho	4	1
Cusco	22	1
Huancavelica	3	0
Huánuco	0	2
Junín	0	2
Lima	0	0
Moquegua	0	0
Pasco	1	0
Puno	35	0
Tacna	2	0
Madre de Dios	0	1
Ucayali	0	2
Total	78	9

Fuente: Presidencia de Consejo de Ministros (2019, p. 91)

Como se visualiza en la tabla 10, los tambos son clasificados en nacionales, regionales y adelantados. Según INDECI (2018), los almacenes nacionales se encuentran posicionados estratégicamente con el propósito de abastecer a los almacenes regionales para que puedan atender rápidamente a la población afectada; mientras que los almacenes regionales se ubican con base en la decisión del Gobierno Regional y tienen como propósito abastecer a los almacenes locales o adelantados; finalmente, los almacenes adelantados son áreas físicas en localidades de difícil acceso y tienen como objetivo el almacenamiento y distribución de los bienes de ayuda humanitaria hacia los damnificados local. En la tabla 11 se detalla la cantidad de almacenes bajo responsabilidad de Defensa Civil, según departamento.

Tabla 11

Número y ubicación de los almacenes de defensa civil según tipo de almacén

Región	Total	Número de almacenes		
		Almacenes nacionales	Almacenes regionales	Almacenes adelantados
Amazonas	8	1	1	6
Ancash	5		1	4
Apurímac	6		1	5
Arequipa	9	1	1	7
Ayacucho	4		1	3
Cajamarca	10		1	9
Cusco	7	1	1	5
Huancavelica	5		1	4
Huánuco	9		1	8
Ica	5	1	1	3
Junín	5	1	1	3
La Libertad	8	1	1	6
Lambayeque	7		1	6
Lima	6	1	1	4
Loreto	12	1	1	10
Madre de Dios	4		1	3
Moquegua	6		1	5
Pasco	4		1	3
Piura	18	1	1	16
Puno	12	1	1	10
San Martín	4	1	1	2
Tacna	7	1	1	5
Tumbes	6		1	5
Ucayali	7		1	6
TOTAL	174	12	24	138

Fuente: INDECI (2018, p. 240)

En síntesis, los tambos son plataformas físicas a través de las que se puede gestionar y almacenar bienes de asistencia de la logística humanitaria; además, son utilizados para reunir al personal de socorro con la población afectada. Para el año 2019, el Perú contaba con 87 tambos distribuidos en los 24 departamentos, de los cuales 78 fueron destinados para la atención de los impactos de las heladas y 9 para friajes.

1.7 Nivel de impacto en la población

INDECI (2018) indica que la población afectada por las heladas y friajes durante el primer trimestre del 2018 fue 369 893 personas; además, se generó daños en 2 769 viviendas y 12 625 hectáreas de cultivo.

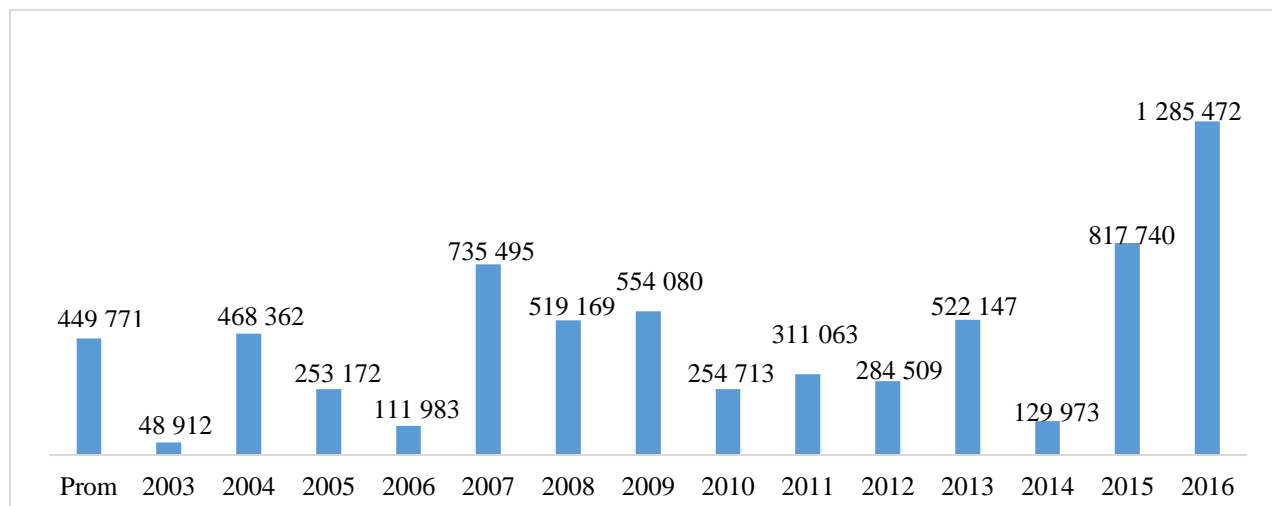


Figura 6: Población damnificada y afectada por heladas y friaje 2003 - 2016

Fuente: INDECI (2018, p. 223)

En la figura 6 se observa que entre los años 2010 y 2011 se registró que la población afectada por heladas y friajes aumentó en 22%. Así también, en el año 2016 se registró la mayor cantidad de personas afectadas durante la última década.

Según la Presidencia de Consejo de Ministros (2014) en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (2014-2021) se registra que en Perú alrededor de 3 862 572 habitantes se encuentran expuestos a la ocurrencia de heladas (p. 14). Los principales departamentos vulnerables ante los fenómenos de heladas y friajes son Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Junín y Puno; cuya población representa el 50.9% del total de población afectada por dichos desastres.

Asimismo, respecto a la población expuesta al fenómeno del friaje, la Presidencia de Consejo de Ministros (2014) reporta que son 3 171 106 habitantes quienes se encuentran en las zonas

más afectadas por dicho fenómeno, como es el caso de Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali, los cuales constituyen el 68.1% del total de afectados (p. 15).

Finalmente, la gestión de desastres que se implementa en el Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes (PCM, 2017) se puede clasificar en las etapas pre-desastre (mitigación y preparación) y pos-desastre (respuesta y recuperación). A través de estas etapas, se debe atender el máximo nivel de cobertura de personas afectadas.

Las heladas y friajes han ocasionado daños personales y materiales, cuyo impacto se ha incrementado significativamente durante la última década. Este impacto se evidencia en la cantidad de personas damnificadas, viviendas y cultivos afectados. A nivel de impacto humano, se mide a través de la cantidad de personas desaparecidas, lesionadas, afectadas y fallecidas a causa de las heladas y friajes; mientras que, en referencia a los daños materiales, se cuantifica a través de las viviendas afectadas y destruidas, hectáreas afectadas y pérdidas (INDECI, 2018).

En resumen, el impacto de las heladas y friajes sobre la población y bienes materiales aumenta significativamente. Las principales zonas afectadas son los departamentos que pertenecen a la sierra del sur y central, además de la selva. Ante el evidente impacto ocasionado por estos desastres, la Presidencia de Consejo de Ministros gestiona e implementa anualmente el Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes con el propósito de minimizar los daños y atender las necesidades de los afectados.

Capítulo 2: Estado del arte

En esta sección se detalla el análisis de los casos de desastres afines a los estudiados en esta investigación con el objetivo de comprender la manera en que se ha hecho uso de los modelos matemáticos y metodologías en la solución de la optimización para la logística humanitaria. Según la Organización Panamericana de la Salud (2000), la logística humanitaria en caso de desastres implica un proceso de planificación, implementación y control de distintas variables como la demanda, oferta, capacidad de la cadena logística, transporte y costos. Por tal motivo, se puede plantear diferentes modelos de acuerdo con el objetivo que se desee conseguir y a las restricciones y suposiciones que se asuman.

Asimismo, según la Presidencia de Consejo de Ministros (2018) los desastres se pueden dividir en las etapas pre-desastre (mitigación y preparación) y pos-desastre (respuesta y recuperación). En la etapa de preparación, la investigación incluye la planificación y preparación óptima para las ubicaciones de las instalaciones, tales como almacenes, refugios, centros de distribución permanentes y centros médicos permanentes, a fin de aumentar las posibilidades de supervivencia y minimizar las pérdidas financieras y de otro tipo. En la etapa de pos-desastre, como se mencionó anteriormente, se plantea la restauración de la situación; para este punto la investigación es aplicada ya que la situación amerita accionar más que planificar.

Según Rodríguez, Albores y Brewster (2018), el proceso de preparación para emergencias se puede llevar a cabo a través del uso de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el objetivo principal de optimizar la determinación de la ubicación de la emergencia con la ventaja de considerar las características reales de la región.

Asimismo, el propósito de la investigación de Rodríguez et al. (2018) es identificar las organizaciones que deben ser abastecidas y la planificación de las operaciones personalizadas. Por un lado, el sistema SIG permite analizar la probabilidad de los desastres

naturales con fin de conocer el impacto de dicho fenómeno natural en la zona de estudio. El modelo que plantean los autores permite identificar la combinación óptima de organizaciones y recursos necesarios para planificar las actividades logísticas y satisfacer los requisitos de las víctimas.

La investigación realizada por Rodríguez et al. (2018) se enfoca en el desastre natural de inundaciones. Los autores afirman que a diferencia de los desastres naturales en los que se puede identificar los epicentros, las inundaciones pueden analizarse considerando la vulnerabilidad del área y el nivel de lluvia, así para el riesgo y el daño potencial se incorporan estas metodologías de mapeo de zonas vulnerables. La digitalización de las capas de las zonas identificadas es posible, aunque puede ser aceptado por el nivel de detalle de mapas. Así, se puede obtener la red de carreteras y las zonas en que se demandan, con ayuda de imágenes satelitales.

De acuerdo con Rodríguez et al. (2018), uno de los retos que tuvieron que afrontar los investigadores es la recolección de la información de la gestión de demandas, gestión de instalaciones, cantidad de artículos disponibles para la distribución, el tipo y cantidad de vehículos para la distribución, cantidad de recursos humanos y su asignación a diferentes actividades. Cabe mencionar que posterior a la obtención de la imagen de inundación a través del sistema SIG utilizado, el modelo permite superponerlo con la red de carreteras de las zonas con el propósito de identificar las vías que podrían ser afectadas. Asimismo, Rodríguez et al. (2018) afirma que el modelo permite que sea “empleado con anticipación para la planificación y para probar los límites operativos de las acciones actuales, lo cual es importante para conseguir adecuar los recursos correctamente” (p. 10).

Para el planteamiento del problema, Rodríguez et al. (2018), se enfoca en la investigación de modelos cuantitativos y el “el propósito es minimizar el máximo nivel de incumplimiento entre todos los refugios, de forma que se mantenga el equilibrio entre dichos establecimientos

de abastecimiento” (p. 11). Según lo mencionado por los autores, nace la necesidad de balancear la eficiencia entre las organizaciones involucradas de modo que se logra un beneficio mayor para todo el sistema. De igual forma, el otro objetivo que se plantea en la investigación es la minimización de costos en los que incurre el proceso de ubicación de nuevas instalaciones, el personal, compras de bienes humanitarios y transporte (costo del vehículo).

En el modelo planteado por Rodríguez et al. (2018) se establecen los siguientes supuestos:

- Existe una autoridad responsable de la toma de decisiones realiza la gestión entre las entidades involucradas.
- Se dispone de información actualizada sobre los recursos disponibles en las organizaciones.
- El concepto de costos de transporte incluye únicamente el combustible gastado en el proceso de distribución de bienes de ayuda humanitaria.
- Se notifica a las personas para ser evacuadas de su refugio asignado.
- Se establece el número de instalaciones en basa a los recursos disponibles (p. 12).

El estudio de la demanda se determina a través de métodos de pronóstico, aplicando SIG para mapeo y evaluación, teniendo en cuenta los datos históricos y/o uso de las investigaciones predecesoras. Finalmente, los resultados del modelo propuesto se presentan en la tabla 12.

Tabla 12

Comparación de resultados de preparación de la inundación de Acapulco

Solución	Costo	Cantidad de agencias	Tasa de llenado		Total de viajes	Evacuación
			Comida	Medicina		Distancia por persona (km)
AIND54	10 061 802	6	76.13	33.40	46	16.14
MFR	14 379 448	9	76.56	34.41	101	16.01
REAL	13 542 000	10	71.26	26.05	110	13.68
AGENCIA	15 896 167	10	69.99	19.25	28	8.45

Fuente: Rodríguez et al. (2018, p. 26)

Los resultados mostrados en la tabla 12 describen el caso de la inundación en Acapulco en el año 2013. Un punto aspecto importante sobre los resultados de la investigación es que los artículos disponibles para su distribución de socorro son insuficientes para abastecer la demanda. Los artículos disponibles en stock determinados para distribución de socorro parecen insuficientes para moderados a catastróficas condiciones. Según Rodríguez et al. (2018), esto se evidenció cuando las medidas tomadas por las autoridades mexicanas después de la inundación en 2013, aumentando la cantidad de existencias preposicionadas en la región de 2 500 a 10 000 alimentos (p. 26). La solución planteada minimiza el costo por instalación, mayor cantidad de instalaciones y viajes.

Balcik y Beamon (2008) desarrollaron un modelo para determinar la cantidad y ubicación de las instalaciones que se establecen como centros de distribución para la logística humanitaria, así como la cantidad de bienes a distribuir en cada uno de ellos. Este modelo propuesto está

diseñado para la atención de desastres de inicio rápido, es decir aquellos que se generan instantáneamente y los daños causados son inmediatos (p. 101).

También Balcik y Beamon (2008) refieren que según Haghani (1996), el diseño de modelos de optimización de redes para la ubicación de los centros de distribución es importante porque tiene gran impacto sobre el costo integral y la velocidad de la asistencia humanitaria (p. 105).

Por otro lado, Balcik y Beamon (2008) definieron escenarios bajo el criterio de ubicación-impacto para la ubicación de los centros de distribución y definición de los inventarios en cada uno de ellos con el propósito de maximizar el nivel de demanda satisfecha en las zonas de desastre. En el modelo propuesto se planteó que el propósito de la función objetivo es maximizar la cobertura de la demanda total a través de los 45 centros de abastecimiento propuestos. Estas instalaciones se encuentran aledañas a las regiones con mayor cantidad de puntos de demanda y se analizaron rutas accesibles para el traslado de los bienes (p. 111).

En resumen, Balcik y Beamon (2008) determinaron que la cobertura de los centros de demanda asistidos se mejora a medida que se establezcan más centros de distribución. Asimismo, se sugiere que la inversión previa al desastre para el establecimiento de estos centros tiene impacto en el tiempo de atención. En contraste, si la inversión se incluye posterior al desastre, la cantidad demandada puede ser satisfecha con menos centros de distribución, pero con mayor costo de transporte y mayores tiempos de respuestas (p. 114).

Loree y Aros-Vera (2018) refieren que según Cave y Thompson (2010) afirman que la ONU determinó que, para atender a las 20 000 personas afectadas por el terremoto de 2010 en Haití, era suficiente 15 puntos de distribución (POD); sin embargo, esta atención tuvo una duración de 20 días. Loree y Aros-Vera (2018) refieren que según Holguín-Veras et al. (2012) para conseguir la entrega óptima se podría requerir entre 100 y 200 puntos de distribución (p. 1).

Por lo tanto, Loree y Aros-Vera (2018) en su estudio desarrollaron un modelo matemático para determinar los puntos de distribución y asignación de inventario para cubrir la atención a las personas afectadas posterior a un desastre (PD-HL), considerando minimizar el costo total. El costo total está comprendido por los costos operativos de instalación de los puntos de distribución (POD) y los costos de privación, es decir aquellos en los que incurren los sobrevivientes debido a la falta de acceso a suministros críticos como alimentos, agua y medicamentos (p. 1).

De acuerdo con la metodología aplicada por Loree y Aros-Vera (2018), la programación no lineal entera (MINLP) se utiliza para determinar la ubicación de las instalaciones o centros de abastecimiento. Asimismo, Loree y Aros-Vera consideran que la necesidad de maximizar la cobertura de atención a las zonas afectadas se puede resolver con la programación lineal entera. A través de esta metodología, se puede determinar el número óptimo de centros de distribución que serán construidos, maximizando la cobertura de atención y minimizando los costos de instalación.

Loree y Aros-Vera (2018) refieren que existe dos tipos de abastecimiento de acuerdo con la interconexión entre los centros de distribución y los puntos de asistencia (p. 2). Por un lado, en el abastecimiento simple se asume que los puntos de demanda son atendidos únicamente por un centro de abastecimiento, creando así regiones de servicio mutuamente excluyentes. Por otro lado, en el abastecimiento múltiple se plantea que la demanda de un punto debe ser atendido por más de una instalación con el fin de satisfacer dicha demanda; este tipo de abastecimiento se utilizó en el modelo planteado por Loree y Aros-Vera (2018) Esto resulta apropiado para un modelo posdesastre en la logística humanitaria (PD-HL) debido a que el inventario en un centro de abastecimiento puede ser insuficiente para atender a todos los puntos de demanda cercanos, además que se consigue minimizar los costos de transporte en la medida en que los centros de abastecimientos estén cercanos a las zonas afectadas (p. 2).

Por otro lado, Loree y Aros-Vera (2018) plantean una estrategia de entrega óptima para cada punto de demanda en un horizonte de planificación especificado. El modelo considera los costos de ubicación de las instalaciones, los costos de logística y los costos de privación de la población en cada punto de demanda en la función objetivo:

$$MinSC = \sum_i R_i + \sum_{ij} (2t_{ij}c) d_{ij} + \sum_j z_j y_j$$

El objetivo de la función principal es minimizar el costo social, lo cual comprende la suma de los costos de privación en cada punto de demanda; los costos de transporte que están en función del número de viajes y el factor costo unitario; y los costos de ubicación e instalación de puntos de distribución (p. 8).

El modelo permite la ubicación de múltiples instalaciones y múltiples fuentes, tanto el tiempo de viaje (t_{ij}) como el número de entregas (d_{ij}) se vinculan en i y j , es decir se puede identificar la diferencia en los tiempos de viaje para cada par de nodo de demanda-POD y el potencial de entregas de varios POD colocados. Asimismo, se considera una variable para la capacidad de cada ubicación candidata j con el propósito de determinar capacidades en el conjunto de instalaciones y medir la escasez de inventario de cada POD (p. 8).

El modelo planteado por Loree y Aros-Vera (2018) plantea las siguientes suposiciones:

- No existen restricciones para la cantidad de vehículos disponibles. El modelo ofrece un resultado tanto para el número de entregas como para el tamaño del envío, se utilizan estos valores para orientar la gestión de la flota y las decisiones de enrutamiento.
- El nivel de abastecimiento de demanda i permanece constante a lo largo del tiempo, indiferentemente del punto de distribución del cual se abastezca. Este supuesto elimina la complejidad matemática debido a que sugiere una cantidad constante y suficientemente grande para el abastecimiento de varios puntos de demanda.
- El tiempo en el que se consume el inventario abastecido en los puntos de demanda es constante, lo cual facilita el proceso de planificación.

- El tamaño del entregable para cada punto de demanda puede ser un parámetro fijo o como variable (p. 10).

Como resultado del estudio de Loree y Aros-Vera (2018), se logró minimizar el costo total social a 143 823 USD y se establecieron 20 puntos de distribución y 100 puntos de demanda (100 personas por cada punto de demanda). Asimismo, se consideraron los siguientes parámetros: costo de ubicación de las instalaciones utilizado en este problema es de 50 000 USD por instalaciones, el tiempo de planificación es 120 horas, el costo de transporte por hora es 100 USD, la tasa de consumo constante de inventario es 1 unidad por hora y el tamaño de envío fijo es 100 unidades (p. 21).

Loree y Aros-Vera (2018) concluye que el abastecimiento uniforme a los puntos de demanda es clave para la aplicación de la distribución punto a punto con períodos de privación constantes, puesto que eliminan la complejidad matemática y reduce el tiempo de abastecimiento. Asimismo, la función objetivo tiene como propósito minimizar el costo social: costo de colocación, costo logístico y el costo de privación; es decir, los costos de instalar un punto de distribución, operar dicha instalación y el impacto en los sobrevivientes dado las decisiones de ubicación de la instalación. Además, el modelo resulta flexible para evaluar el impacto ante el cambio de número de instalaciones sobre el costo social total de las soluciones. Finalmente, este modelo permite múltiples fuentes para satisfacer la demanda debido a que se ajusta a la realidad en la que un camión abastece a varios puntos de demanda en un solo viaje (p. 23).

Por otro lado, según García, Barcellos y Albergaria (2014), existe deficiencia en la forma de trabajo y distribución de los recursos como bienes de ayuda humanitaria dirigidos a las poblaciones afectadas por los desastres naturales a nivel mundial y centran su investigación en los procesos logísticos dentro de la cadena de suministro humanitaria, así como en los desastres naturales que afectan a la población brasileña. Asimismo, García et al (2014)

presentan un análisis comparativo entre los siguientes dos documentos: (a) Campo de emergencia Manual: Una guía para el personal de UNICEF y (b) el Marco de respuesta nacional. De esta forma, con base en el análisis comparativo de esos documentos, se propone un plan de acción de las operaciones de respuesta de desastre en Brasil.

A partir de la comparación, García et al. (2014) señalan que las etapas comunes en ambos documentos son “la movilización de los bienes, la evaluación y planificación, adquisición, gestión de almacenaje e inventario, distribución, transporte y control de calidad y monitoreo, coordinación entre agencias y gestión de la información” (p. 1179). En el proceso de la movilización, se debe establecer un centro de gestión de crisis con el que activará las acciones de las operaciones en las zonas aledañas. El proceso de evaluación inicia en dicho centro de gestión de crisis y el producto del proceso es la planificación de la operación. La respuesta de operación debe ser monitoreada por el proceso de control de calidad. Sin embargo, la información no podrá ser totalmente precisa debido a la dificultad de acceso y precisión.

Como resultado de este estudio, se puede concluir la existencia de un patrón de acciones esenciales para realizar en una operación de respuesta ante emergencias provocadas por desastres naturales. Este tipo de acciones, que tiene por objeto garantizar la supervivencia de los más vulnerables, así como reducir al mínimo el material y pérdidas sociales. A partir de lo indicado por García et al. (2014) en su estudio, se infiere que este hallazgo resulta importante ya que se puede identificar sobre qué proceso se debe trabajar y los problemas que deberán solucionarse en cada etapa. El detalle dichas fases se muestran en la tabla 13.

Tabla 13

Relación de procesos logístico con el campo de estudio

Campo de estudio	Proceso logístico
Movilización	Movilización y coordinación entre agencias.
Evaluación situacional	Evaluación y planeamiento, coordinación entre agencias y gestión de la información.
Evaluación de logística	Evaluación y planeamiento, coordinación entre agencias y gestión de la información.
Ayuda principal a la población	Transporte, coordinación entre agencias y gestión de la información.
Protección a la población del área afectada	Transporte, coordinación entre agencias y gestión de la información.
Asegurar a los sobrevivientes	Transporte, coordinación entre agencias, gestión de la información y control de calidad y monitoreo.
Gestión de ayuda	Transporte, coordinación entre agencias, gestión de ayuda, gestión de la información y control de calidad y monitoreo.
Restauración de la normalidad	Transporte, coordinación entre agencias, gestión de la información y desmovilización

Fuente: García et al. (2014, p. 1181)

Asimismo, según García et al. (2014), una vez identificado cada proceso logístico resulta necesario enlistar las actividades en cada etapa. Esta información se detalla en la tabla 14.

Tabla 14

Acciones y operaciones de las actividades logísticas en respuesta a los desastres naturales

Etapas	Acciones	Actividades
Reconocimiento	Movilización Situacional	Establecer un centro de gestión de crisis
	Evaluación	Identificar el alcance de la crisis
Rescate	Evaluación de logística	Identificar la gravedad de la crisis
	Primeros auxilios para la población	Identificar los recursos disponibles en la región afectada.
	Protección a la población del área afectada	Identificar los recursos necesarios para llegar a la región.
	Asegurando el supervivencia y restauración de la condiciones esenciales	Definir las bases para la operación dentro de la región afectada.
	Gestión de la ayuda	Localizar y rescatar a los heridos.
Mantenimiento	Restauración de la normalidad	Realizar servicio de triaje
		Realizar servicio
Desmovilización		Identificar áreas de riesgo.
		Identificar las necesidades de evacuación o protección.
		Registro de probabilidad de contaminación y enfermedad
		Difundir información sobre riesgos y cómo evitarlos.
		Identificar las posibilidades de profundizar la crisis.
		Proporcionar agua, refugio y suministros.
		Restaurar rutas de acceso
		Descanso. servicios de agua, electricidad y comunicaciones.
		Gestionar suministros y necesidades.
		Administrar refugios
		Evaluar y monitorear los procedimientos establecidos
		Recuperar la funcionalidad de la región afectada.

Fuente: García et al. (2014, p. 1182)

En la práctica, las personas aledañas a las zonas de desastres constituyen el primer actor para la atención de los damnificados a través de los propios recursos disponibles; luego el socorro externo aparece en los días siguientes a la ocurrencia del desastre. Las personas y autoridades aledañas a las zonas del desastre inician improvisadamente el rescate y socorro de damnificados, así como la distribución de bienes de primera necesidad sin planificación previa. Es necesario destacar la importancia de la evaluación de la situación del desastre con el propósito de medir la gravedad y el alcance; así como lograr la planificación de las actividades de socorro.

En conclusión, pese a las situaciones impredecibles e incontrolables, la logística seguirá operando en la medida de lo posible, basándose en conocimiento formal y asegurando que la

eficacia de la operación de socorro, y por lo tanto la supervivencia de los vulnerables, depende de la eficiencia de los procesos logísticos. El estudio de García et al. (2014) aporta con la identificación de las etapas de la cadena de las operaciones logísticas referente a desastres naturales, lo cual resulta importante debido a que son los puntos que deben establecerse para los estudios de este tipo.

Argollo, Barcellos y Mello (2012) realizaron una investigación en la que se sugiere una metodología de planeamiento estratégico de operaciones que pueden colaborar con el desarrollo de modelos para una respuesta rápida; para lo cual se analiza cuatro eventos naturales a nivel global similares en el que se aplican. El primer evento comprende un terremoto y tsunami en el 2004 que afectó a aproximadamente 2 millones de personas de 14 países alrededor del Océano Índico; el segundo caso es un terremoto de 7.6 en la escala de Richter acontecido en el 2005 que ocasionó más de 3 millones de personas afectadas en Pakistán; el tercer evento en estudio es una inundación en Brasil que provocó daños a más de 36 000 personas en el año 2011; finalmente, un terremoto seguido de un tsunami en Japón en el 2011 que generó 402 069 damnificados. Según los autores, la implementación y la coordinación de las operaciones ante los desastres se dificultan con la multiplicidad de objetivos de organizaciones y entidades participantes de los procesos.

Argollo et al. (2012) afirma que uno de los principales desafíos de la gestión de la cadena de suministro humanitaria es determinar un flujo de recursos; además de los retrasos a causa de los procesos administrativos y logísticos.

Asimismo, en este artículo se resalta la importancia de contar con la información correcta para conseguir un nivel alto de precisión en la planificación estratégica. En ese sentido, de acuerdo con Benini, Conley, Dittmore y Waksman (2008), la recopilación de datos es importante para realizar un buen tratamiento, por lo que, como primer punto, se necesita información sobre los siguientes aspectos: evaluación de necesidades de la población

afectada, tamaño de la población afectada y datos de medición sobre la vulnerabilidad a la adversidad, niveles de daños, pobreza preexistente, entre otros. Como segundo punto, Benini et al. (2008) afirma que “se requiere información logística, es decir a aquella referida a distancia del centro, capacidad de transporte en un día determinado, caminos de acceso abiertos en un día determinado, órdenes de manejo de carga existentes, entre otros” (p. 42).

Adicionalmente, Benini et al. (2008) afirman que existen otros factores que dificultan el abastecimiento y socorro de las víctimas como la topografía extremadamente accidentada con áreas afectadas en zonas con altitudes considerables, el nivel de pobreza de la población y el clima inminente. Esta situación fue prevista en el terremoto de “7.6 en la escala de Richter, la región al norte de Pakistán en 2005 que generó aproximadamente 3.5 millones de personas” (p. 5). Ante esta problemática, las prioridades adoptadas fueron: rescate y remoción de muertos y heridos, despliegue y la provisión inmediata de refugio, comida y medicina. Además, se utilizaron nuevos recursos como flotas de helicópteros, aunque este factor aumentó los costos. Otro desafío que fue identificado en esta situación fue que algunas de las regiones afectadas no recibieron los bienes de ayuda humanitaria debido a la deficiencia en la aplicación de modelos de distribución tanto en la diligencia, seguimiento y control de los flujos de ayuda desde el punto de abastecimiento hasta las víctimas.

De igual manera, en el estudio de Shibayama et al. (2012) se detalla que en Japón se suscitó un terremoto que generó de manera alarmante 50 réplicas, de las cuales algunas de ellas generaron un tsunami que golpeó las áreas costeras de Tohoku y el sur de Hokkaido. Ante esta situación, el Gobierno japonés estableció las siguientes pautas: provisión de instalaciones médicas, lo que supuso una adaptación para la atención inmediata; liberación de carreteras con apoyo de los proveedores locales; la restauración de la comunicación y la información del sistema; la importante y necesaria reducción de barreras administrativas y coordinación de suministros.

En conclusión, con base en a en la investigación revisada, el punto importante a resaltar es que en lo referente al transporte se debe identificar la disposición de los recursos según tipo de transporte, además de evaluar el área de riesgo y la posibilidad de utilizar ese transporte en las zonas de vulnerabilidad debido a las condiciones técnicas de dicho transporte. Sobre el transporte Benini et al. (2008) sugirió realizar una encuesta de proveedores de ese servicio para determinar la capacidad y su disponibilidad para asistir a las operaciones humanitarias, así como prever a los potenciales proveedores locales. Con respecto el almacenamiento, se debería analizar las ubicaciones potenciales, ya sea en lugares de propiedad pública o privada, de modo que se tenga mayor acceso a la población vulnerable y se logre minimizar la distancia a los beneficiarios.

Por otro lado, He, Hu, Hao y Wang (2013) afirman que “una red de transporte juega un papel importante en la distribución de bienes de emergencia a personas afectadas por desastres naturales” (p. 2467). Dichos autores introdujeron el estudio de colas de múltiples niveles de transporte de bienes de emergencia, el cual tiene como finalidad minimizar el tiempo de respuesta ante desastres naturales y el tiempo de transporte en la carretera. Para desplegar dichos objetivos desarrollaron algoritmos genéticos. Cabe mencionar que la solución del problema es aplicada a la logística metropolitana de Shanghai, esta zona ha sido afectada por diversos desastres como los ciclones. Ante tal situación, los autores señalan que “Shanghai inició el Programa General de Preparación para Emergencias Públicas con fin de establecer un plan de preparación sinérgica bidimensional con el apoyo de las entidades públicas para luchar contra incendios, asegurar la atención médica, salud pública y prevención de epidémicas” (p. 2475).

En la investigación de He et al. (2013) se hace hincapié en que este tipo de cadena debe proporcionar alivio rápidamente para minimizar el sufrimiento; por lo que el diseño y operación en las redes de transporte deben ser de prioridad en la planeación. Asimismo, He

et al. (2013), para estos casos de emergencia, propone una red de tres niveles: puntos de suministro, logística de centros de emergencia y puntos de demanda. Sin embargo, existen dificultades como “la incertidumbre de demanda y ruta, comunicación y coordinación complejas entre las entidades y la limitación de recursos” (p. 2467).

La figura 7 ilustra los tres componentes descritos por He et al. (2013) y se describen a continuación.

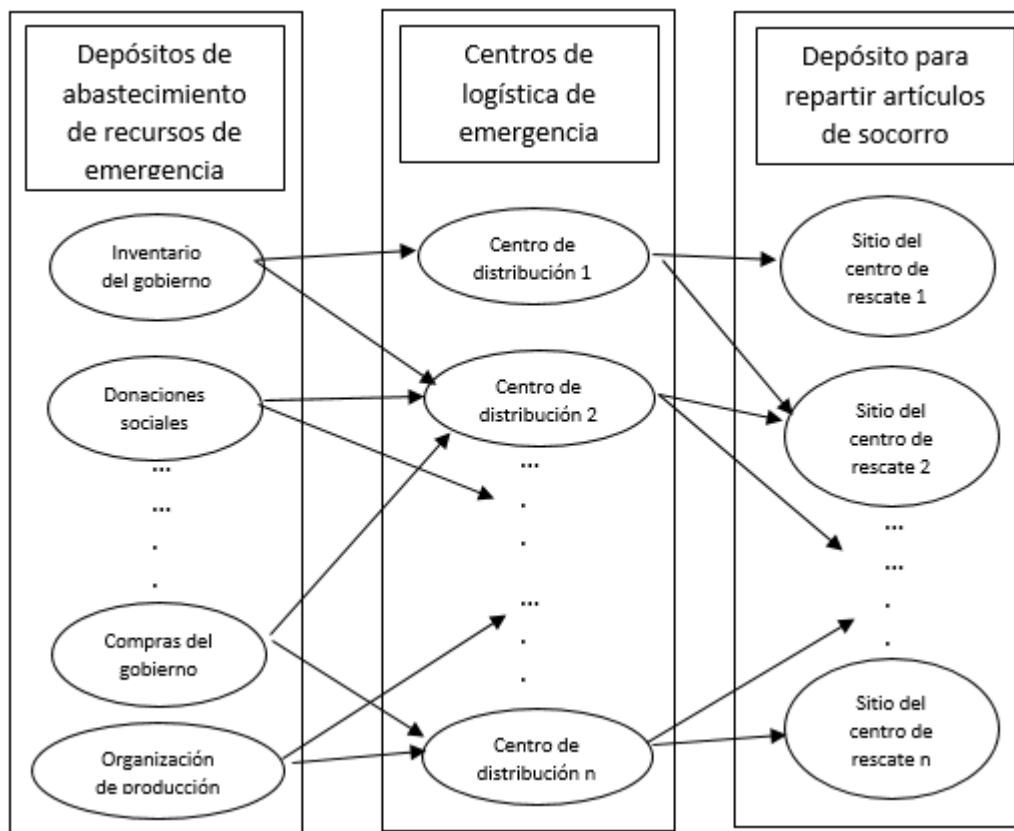


Figura 7: Flujo de distribución entre los centros de distribución

Fuente: He et al. (2013, p. 2468)

(1) Puntos de suministro (SP): abarca las organizaciones para el almacenamiento de bienes de emergencia, incluidos materiales, personal y equipo. (2) Centros logísticos de emergencia (ELC): abarca a las instalaciones e instituciones temporales encargadas de la clasificación, proceso, empaque y entrega de los productos desde la fase de emergencia hacia las víctimas

del desastre. (3) Puntos de demanda (PD): abarca las instalaciones temporales en las áreas afectadas donde se entregan los artículos a las personas afectadas por el desastre (p. 2469).

De esta manera, el modelo que He et al. (2013) formulan en su investigación se desarrolla como un flujo de colas bajo los tres criterios descritos anteriormente con diferentes servidores de modelos de colas, donde los clientes son los bienes de emergencia. La selección de sitios y la decisión de enrutamiento del vehículo puede ser operada bajo la consideración del tiempo de respuesta de rendimiento estimado desde depósitos de oferta hasta depósitos de demanda en las zonas afectadas. Cabe mencionar que dentro del concepto de tiempo de respuesta está incluido el “tiempo de transporte, tiempos entre nodos ascendentes y descendentes, los tiempos de espera totales y los tiempos de servicio en la cola red” (p. 2469).

Por lo tanto, el modelo supone que los tres nodos que se establecieron en el sistema se comportan como una cola $M / M / 1$. Incluso al suponer que solo existe un servidor en cada nodo de servicio, además de que los servidores se comportan como puntos independientes. Para tal caso, He et al. (2013) establecen las siguientes hipótesis:

- (1) Las relaciones geográficas correspondientes entre los nodos ascendentes y descendentes están disponibles, de modo que se puede tener acceso a los datos gubernamentales y la demanda de ayuda en las zonas vulnerables.
- (2) Las ubicaciones de los centros logísticos de emergencia solo se fijan en los sitios alternativos dados y no creados.
- (3) Finalmente, se asume que el primer cliente en la cola recibe servicios en primer lugar, a saber, primero en llegar primero servido (p. 2469).

De igual forma, para entender mejor cómo He et al. (2013) diseñaron el modelo, los autores refieren que un nodo en el sistema se considera como un nodo en una red; además, las carreteras son como los arcos de la red y la longitud de cada carretera como el peso de cada arco, entonces el sistema de colas puede considerarse como un sistema dirigido de diseño de pesos.

De acuerdo con los resultados encontrados, el tiempo de respuesta del sistema está compuesto de dos secciones: la primera es el tiempo de transporte del suministro de socorro solicitud en las carreteras, y la segunda es el tiempo de permanencia de la solicitud de suministro de socorro en cada nodo. De este modo, los resultados de los dos componentes anteriores del tiempo de respuesta, es decir, el tiempo total de transporte es 16.64 horas, mientras que el tiempo total de estadía es de 4.07 horas. Por tanto, tras la resolución del algoritmo genético, se determina que hay diez SP, diez puntos ELC y trece áreas PD que están seriamente afectadas y necesitan rescate de emergencia.

Como recomendación, He et al. (2013) concluyeron que puede existir una mejora en los tiempos en las actividades como son la “clasificación, procesamiento, empaque y entrega, procesos que toman tiempo que puede ser reducido generando valor a la cadena total” (p. 2477). Finalmente, para el tifón severo objeto de estudio que azotó la costa sureste de Shanghai se tiene que “el tiempo óptimo de red de colas es 20.71 horas y el tiempo promedio de los puntos de demanda es de 1.38 horas”, es decir que a partir de los centros logísticos que, planteados en el estudio, el tiempo promedio de atención a los centros de demandas es 1.18 horas (p. 2479).

Por otro lado, en el estudio realizado por Hasanzadeh y Bashiri (2015), se propone una red eficiente para la gestión de desastres a través de la solución de un modelo de optimización. Hasanzadeh y Bashiri (2015) destacan la importancia del diseño de redes para la atención de emergencia por desastres naturales debido a que si la red propuesta cubre cada uno de los nodos identificados entonces se podrá atender a todas las zonas afectadas, aumentando la cobertura de atención (p. 3688).

Los resultados del modelo demostraron que el enfoque propuesto tiene un buen rendimiento a un mejor costo para el establecimiento de las instalaciones. El modelo resulta eficiente en

los casos con radios de cobertura menores. En la figura 8 se puede ilustrar la diferencia entre un problema de cobertura y un problema de localización del centro.

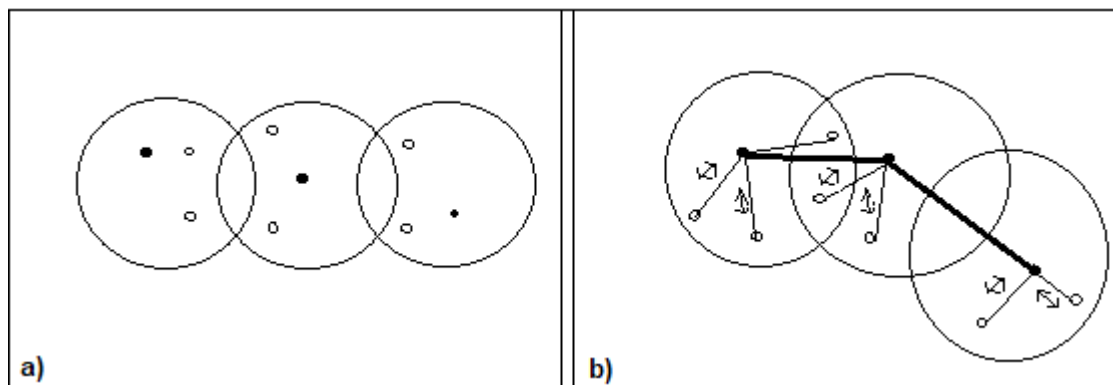


Figura 8: (a) Ejemplo de un problema de cobertura y (b) un problema de ubicación del centro de cobertura

Fuente: Adaptado de Hasanzadeh y Bashiri (2015, p. 3689)

Hasanzadeh y Bashiri (2015) señalan que resolver el problema de ubicación del centro de cobertura proporciona mayor alcance. Además, los supuestos en los que se basa el modelo del estudio en evaluación son los siguientes:

- (1) Los centros de socorro deben cubrir todos los puntos vulnerables con base en un radio de cobertura predefinido, el cual se definió en la etapa de preparación de la gestión de desastres.
- (2) Los centros de socorro deben transferir los productos y los damnificados durante la etapa de respuesta.
- (3) Cada centro de ayuda debe asignarse con el objetivo de reducir el tiempo y los costos de transporte. Se debe proporcionar centros de transporte entre los centros de nivel superior (p. 3693).

Asimismo, Hasanzadeh y Bashiri (2005) evalúan dos problemáticas: el establecimiento de centros de ayuda con fin de reducir el tiempo de las operaciones de ayuda y el problema de cobertura de las zonas vulnerables; y el establecimiento de centros de nivel superior para minimizar el tiempo de transferencia y los costos que estos involucran.

También, Hasanzadeh y Bashiri (2005) consideran las siguientes implicaciones:

(1) El flujo entre puntos vulnerables se identificaron según el riesgo de cada área. Por otro lado, el costo de transporte entre los puntos vulnerables depende del flujo de bienes que circulan y de la distancia entre ellos. Asimismo, los autores asumieron que es determinista y que no cambia después de un desastre.

(2) Cada centro de ayuda se asigna a un solo centro de nivel superior, el cual está definido como un centro de abastecimiento que tienen mayor radio de cobertura sobre las zonas afectadas.

(3) Se pueden elegir centros de socorro y centros de nivel superior entre los puntos vulnerables. Asimismo, los centros de nivel superior están completamente conectados (p. 3693)

Los resultados computacionales del ejemplo de aplicación del modelo confirman que el enfoque propuesto muestra mejor rendimiento con un costo menor. Esta mejora se visualiza en la figura 9.

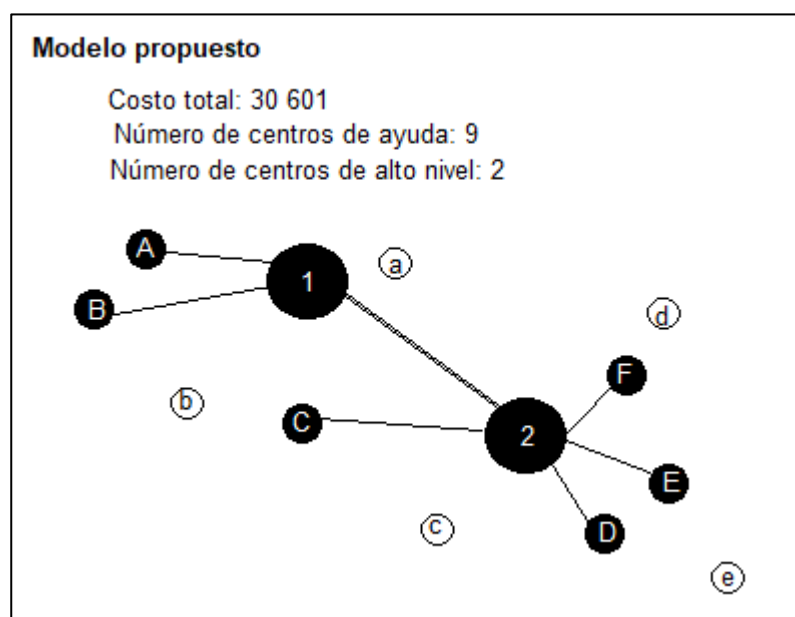


Figura 9: Configuración de una red de socorro tanto para el enfoque propuesto

Fuente: Adaptado de Hasanzadeh y Bashiri (2015, p. 3698)

Existe una diferencia significativa entre los costos totales para todas las instancias extraídas entre el enfoque propuesto. Este concepto se muestra en la figura 10.

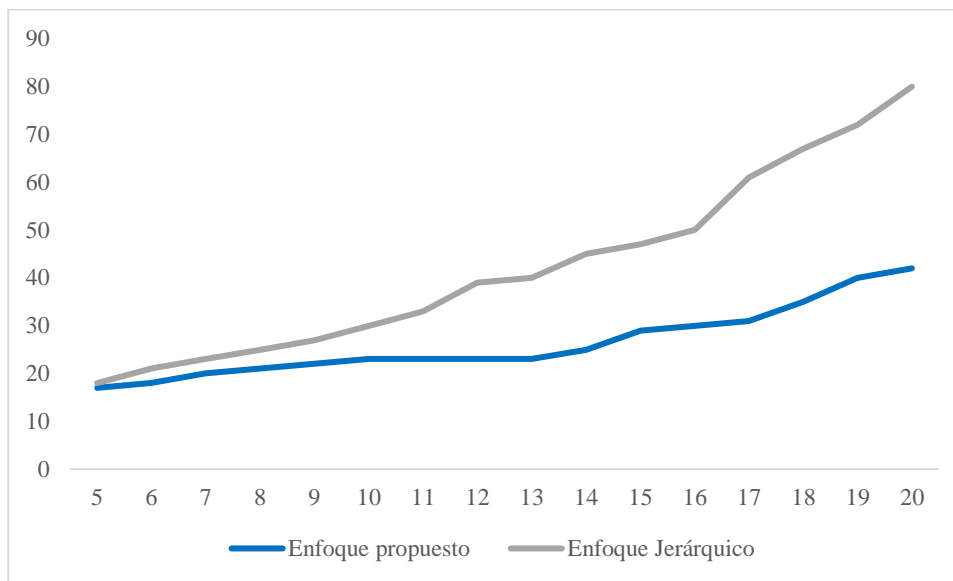


Figura 10: Comparación del costo total entre el modelo propuesto

Fuente: Hasanzadeh y Bashiri (2015, 3699)

El modelo propuesto es eficiente debido a que se atienden más puntos vulnerables a un menor costo. En el estudio evaluado, los autores utilizan una relajación lagrangiana ($u=2$ y $x=0.5$) basada en un subdegradado con el objetivo de identificar un límite inferior estrecho para cuando la solución óptima no resulte accesible. De este modo, se muestran los resultados en la figura 11.

Finalmente, los resultados del modelo demuestran que se puede conseguir una respuesta rápida ante las operaciones de ayuda humanitaria gracias a la selección simultánea de centros de ayuda en conjunto con la contribución de una red de transporte eficiente. Adicionalmente, en el estudio se realizó análisis de sensibilidad de los siguientes parámetros: número de puntos vulnerables y radios de cobertura con el que se identificó que el modelo propuesto podría obtener una mejora para aumentar dichos conceptos. Se debe tener en cuenta que el modelo propuesto se puede aplicar para configurar una red completa con cualquier instalación preestablecida, mas no instalaciones creadas.

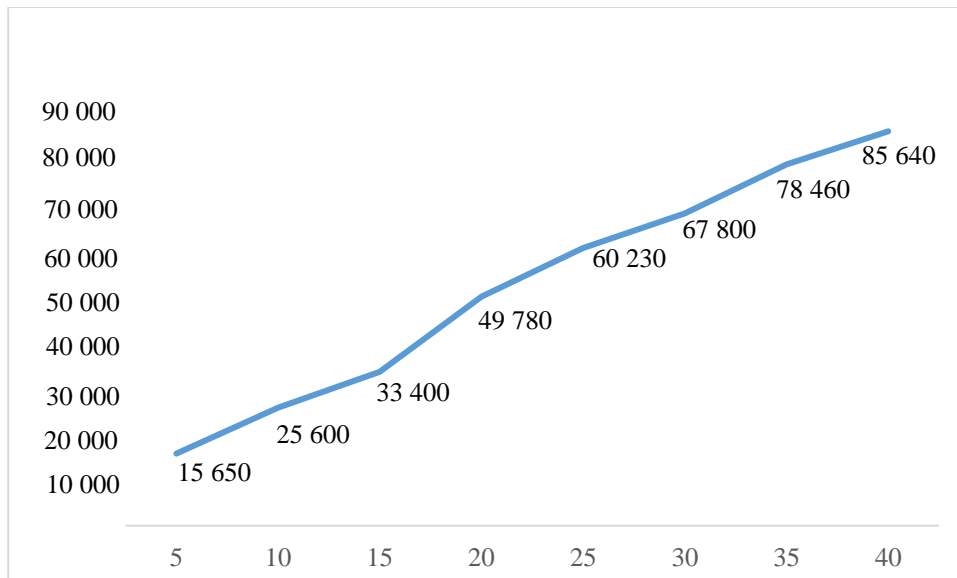


Figura 11: Costo total de un número de instalaciones

Fuente: Hasanzadeh y Bashiri (2015, 3700)

La investigación de Putong y De León (2018) tiene como objetivo generar un modelo de programación lineal que brinde los principios básicos para configurar una cadena de suministro de socorro en caso de desastre; esto a su vez con la finalidad de minimizar los costos de enrutamiento y de penalización. Sobre el concepto de penalización incluido en el estudio, este se aplica bajo la condición que no se satisfagan las demandas por completo; en específico sobre las operaciones de distribución.

Cabe mencionar que el estudio es aplicado a las inundaciones que han afectado a la ciudad de Marikina de Filipinas, debido a que se ha identificado como riesgo al aumento del cauce del río Marikina, cuyo desborde podría afectar a más de 400 000 personas que viven en las zonas bajas aledañas.

Asimismo, Putong y De León (2018) plantean como objetivos específicos lo siguiente:

- (1) El modelo debe crear una ruta desde los centros de distribución de artículos de socorro hasta la evacuación dentro del área de disponibilidad.
- (2) El modelo debe conseguir asignar los recursos entre los centros de socorro.
- (3) El modelo debe considerar las distancias espaciales y geográficas, la densidad poblacional y la

demanda correspondiente. (4) Los resultados del modelo deben brindar información sobre la distribución de bienes de socorro (p. 133).

Las operaciones que están comprendidas dentro del alcance de esta investigación son la asignación de suministro de los nodos de demanda y el establecimiento de rutas. El modelo de programación lineal utiliza la distribución de última milla del modelo de Balcik. Este concepto se muestra en la figura 12.

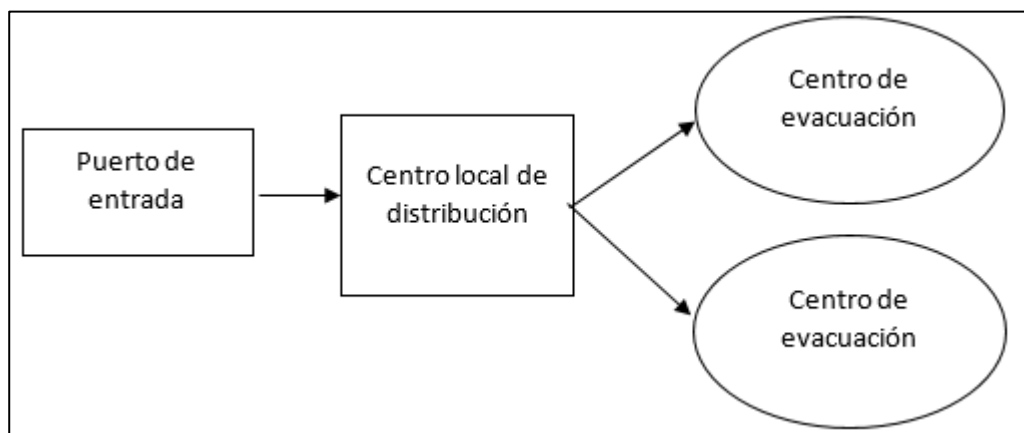


Figura 12: Diagrama de distribución de la última milla

Fuente: Adaptado de Putong y De León (2018, p.135)

Como primer punto, para determinar las rutas se utilizaron datos reales a través de la información que brindan los mapas. Sobre los datos de oferta y demanda se utilizó información histórica para determinar las cantidades de los bienes de socorro que se consideraron en el modelo (Putong y De León, 2018). Como resultado, el modelo brinda recomendaciones para los horarios de demanda, las rutas óptimas y el horario de atención, la correcta asignación de los bienes, y los costos operativos que según los autores abarca los costos de viaje y costos de penalización. Asimismo, dos tipos de bienes de distribución: consumibles y no consumibles.

En la primera parte del estudio, se analiza todas las posibles rutas para cada vehículo. Posterior a eso, se aplica un modelo de programación lineal que es evaluado para determinar si se cumple con el objetivo principal de minimizar el costo operativo. Como resultado final

se obtienen las rutas y cantidades de distribución a cada nodo. En adelante, se detalla la función principal del modelo:

$$\text{Min } \sum_{r \in R} \sum_{i \in T} \sum_{k \in K} (C_{rk} * X_{rk}) + \sum_{i \in T} \sum_{e \in E} w_t^e$$

Según lo definido por Putong y De León (2018), la primera parte de la ecuación, se define R como el conjunto total de rutas, T el conjunto de intervalos de planificación, K es el conjunto de vehículos, C es el costo de viaje de una ruta para un vehículo y X es un variable binaria para validar si la ruta fue visitada. En la segunda sección de la formulación, E es el conjunto de artículos de demanda y w es el costo de penalización asociado con cada artículo a la vez (p. 135).

Putong y De León (2018) refieren según Balcik, Beamon y Smilowitz (2008) que existen tres etapas dentro de un modelo que incluye el concepto de la última milla:

- (1) Etapa de recopilación de datos, donde se obtienen los datos para crear el modelo.
- (2) Etapa de manipulación de datos, donde los datos obtenidos anteriormente se procesan para ajustarse al formato de entrada esperado por el modelador.
- (3) Etapa de formulación del modelo, donde el modelo produce la ruta óptima y suministros por parada dados los datos necesarios (p. 135)

Por otro lado, las cantidades de demanda por tipo de oferta y por cada iteración de entrega y para cada nodo se muestran en la tabla 15.

Tabla 15

Valores de demanda de kits de comida

Iteración de distribución	Kits de demanda de comida			
	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4
1	17	0	0	0
2	357	617	0	0
3	3325	3861	0	3045

Fuente: Putong y De León (2018, p. 137)

Asimismo, en el estudio se expone el costo por tipo de suministro y nodo. Como se proyectaba, en lugares con mayor demanda los costos incurridos son más altos, así como en productos esenciales como los alimentos. La distribución de kits de demanda de comida por cada iteración del modelo se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Factor del costo por kit de comida (pesos)

Iteración de distribución	Kits de demanda de comida			
	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4
1	1700	0	0	0
2	17850	30850	0	0
3	332500	386100	0	304500

Fuente: Putong y De León (2018, p. 137)

Cabe mencionar que el modelo de Putong y De León (2018) presenta los siguientes supuestos:

- La capacidad de vehículo se determina en función de la cantidad de suministro que puede transportar en un solo viaje.
- El costo de la ruta solo contempla el costo del gas consumido por cada vehículo dentro de la ruta asignada.

Finalmente, Putong y De Leon (2018) presentan como resultado los nodos visitados en cada ruta y la cantidad de suministro por cada tipo de vehículo y concluyen que el modelo de distribución de distribución lineal propuesto consigue minimizar los costos de enrutamiento y los costos de penalización por demanda no satisfecha. Con base en los mapas utilizados, se determinaron rutas; mientras que los datos históricos de desastres anteriores se utilizaron para establecer la oferta y demanda de los kits de ayuda humanitaria. El modelo crea un

procedimiento de enrutamiento más definido para las operaciones de rescate de las personas
(p. 140).

Capítulo 3: Conclusiones

Posterior a la revisión de las investigaciones, se ha podido identificar que existen diversos problemas en torno a la asistencia de ayuda humanitaria. Aquellos que causan mayor impacto en la población son los considerados principales, como los siguientes:

- Situación actual en el Perú: respecto al periodo 1995-1999, entre los años 2000 y 2004, en promedio la incidencia de los desastres naturales incrementó un 55%, lo que provocó un aumento de 33% de damnificados a nivel nacional. Así, en el año 2014, aproximadamente 3 862 572 pobladores fueron vulnerables ante las heladas en el país; mientras que, 3 171 106 pobladores, ante el friaje. Finalmente, se identificó que, durante el primer trimestre del 2018, las heladas y friajes ocasionaron aproximadamente 300 000 damnificados, 2 769 viviendas afectadas y cerca de 13 000 hectáreas de cultivo dañadas. Es evidente que las heladas y friajes causan daños sobre la población peruana. Ante la evidente necesidad de brindar asistencia a la población afectada, anualmente, la Presidencia de Consejo de Ministros lidera la planificación y ejecución de la logística humanitaria a través del Plan Multisectorial ante Heladas y Friajes.
- Tiempo de respuesta: es difícil estimar el nivel de impacto que pueden causar. Sin embargo, existen algunos desastres que son repetitivos como son las heladas y friajes, cuya periodicidad es anual durante las temporadas de invierno. Para esos casos, la situación debería prever mejores resultados respecto al tiempo de respuesta para la atención de las personas afectadas por el desastre; sin embargo, la cantidad de afectados es mayor cada año, por lo que resulta más complicado estimar el tiempo total. Ante el problema del tiempo de respuesta, el estudio de He et al. (2013) concluye que, tras la aplicación de la metodología de estudio de colas de múltiples niveles de transporte de bienes de emergencia, como resultado el tiempo de respuesta se reduce a un tiempo de

atención de 20.71 horas (compuesto de 16.64 en tiempo de transporte y 4.07 h de estadía en la zona).

- Cobertura de la demanda: este es un punto importante porque en la mayoría de las situaciones, el total de la población vulnerable no recibe la atención de kits y ayuda necesaria debido a la insuficiencia de los recursos y acceso a la población. Según lo evaluado, Hasanzadeh y Bashiri (2015) sugieren que este problema encuentra solución en el análisis de los centros de socorro. Estos deben ubicarse de modo que cubran todos los puntos vulnerables, considerando un radio de cobertura predefinido, el cual debe ser definido en la etapa de preparación de la gestión de desastres, posterior a la estimación de la demanda. En el caso de la situación de emergencia que provocan las heladas y friaje, el acceso a la población afectada es más difícil y, en algunos casos, no ha sido mapeada dentro de la necesidad. Hasanzadeh y Bashiri (2015) realizan un estudio en el que se compara la decisión de abarcar el problema de cobertura mediante la determinación de nodos de socorro y el de cobertura; de esta forma, se concluye que el modelo que proponen los autores logra cubrir la totalidad de los nodos y considerando criterios de priorización sin dejar desatendido ningún nodo.
- Estimación de la demanda: Este problema está relacionado con el acceso a la información de la población de las zonas afectadas debido a que no está actualizada la cantidad de pobladores y no se ha mapeado con exactitud las zonas que podrían ser impactadas por los efectos de los desastres; esto sucede en el caso de las heladas y friaje. Para tal caso, según el estudio de Rodríguez, Albores y Brewster (2018), este problema ha sido tratado a través de la herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica), la cual permite identificar la probabilidad de los desastres naturales con el fin de conocer el impacto del fenómeno en la zona. Este sistema considera las características reales de la región las cuales se obtienen con drones.

- Costo de transporte y de las instalaciones: sobre este aspecto, los autores de las investigaciones revisadas tienen puntos de vista diferentes, ya que algunos consideran el costo de las instalaciones dentro del costo total, mientras otras asumen que las instalaciones están previstas con anterioridad. Dentro de las conclusiones en común se considera que mientras más nodos sean abastecidos y/o instalados se incurrirá en más costos (Hasanzadeh y Bashiri, 2015); sin embargo, el costo de transporte será menor (Chopra y Meindl, 2013). Dado el objetivo de minimizar el costo, la solución debe enfocarse en la minimización de las distancias, lo cual se asocia con el costo de combustibles, servicios de transporte, entre otros recursos. El costo que se puede incurrir en la instalación de nuevos centros de abastecimiento no está dispuesto a disposición de minimización.
- Ubicación de instalaciones: un enfoque tradicionalista determina que las instalaciones de centro de abastecimiento deben ubicarse en puntos donde se concentre la demanda en zonas aledañas, de modo que se pueda tener mayor alcance en menor tiempo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estas instalaciones deberían ser construidas por lo que se afectaría el objetivo de minimización de costos. Por otro lado, existe un enfoque innovador que se centra en el uso de los recursos ya disponibles y la adaptación de los mismos, como iglesias, centros educativos, centros comunales, entre otros. Si bien es cierto, a la fecha, algunas situaciones toman este enfoque; sin embargo, no se hace de manera planificada y teniendo en cuenta la estimación de la demanda.

Finalmente, también se concluye que aún existe diversos objetivos que deben solucionarse para conseguir una eficiente atención a las emergencias naturales como el caso de las heladas y friajes. La situación actual no es alentadora, de modo se debe mejorar tres puntos principales: plan de distribución de bienes de ayuda humanitaria, ubicación de los centros de abastecimiento y estimación de la demanda. Estos ejes son primordiales para conseguir un

eficaz plan de asistencia estratégica, minimizando el efecto de los daños generados por este desastre.



Bibliografía

- Adolfo, A. (2015). *Propuesta para elaborar un manual de procedimientos para el manejo y control de inventarios en la empresa Tractec SAS*. Monografía de pregrado. Universidad y Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Boyacá, Colombia.
- Argollo, S., Barcellos, V., & Mello, R. (2012). Supply chains in humanitarian operations: cases and analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54(1), 598-607.
- Balcik, B., & Beamon, B. (2008). Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics*, 11 (2), 101-121. doi:10.1080/13675560701561789
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. (5ta. ed.). Estado de México, México: Pearson Educación.
- Benini, A., Conley, C., Dittmore, B., & Waksman, Z. (2008). Survivor needs or logistical convenience? Factors shaping decisions to deliver relief to earthquake-affected communities. *Researchgate*, 33(1), 110-131.
- Besiou, M., & Van Wassenhove, L. (2020) Humanitarian Operations: A World of Opportunity for Relevant and Impactful Research. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22 (1), 135-145. doi.org/10.1287/msom.2019.0799
- Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. (2da. ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.
- Carrasco, J. (2017). *Aplicación de la logística humanitaria para atender la emergencia ocasionada por el Niño costero en Piura* (Tesis de licenciatura en Ingeniería Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Piura, Perú.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014). *Escenarios de riesgo por bajas temperaturas*. Recuperado de: <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CENEPRED/Escenario%20de%20riesgos%20por%20bajas%20temperaturas%202014.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2017). *Escenario de riesgo realizado en el marco del plan multisectorial ante heladas y friajes 2018*. Recuperado de: https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Escenarios/2018/Anual/Heladas_Friaje/Noviembre_2017/ESCENARIO_RIO_RIESGOS_PMAHYF_2018.pdf
- Chambio, J. (2016). *Las políticas de prevención del riesgo en los procesos de heladas en la Región Puno durante el período 2009-2010* (tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. (5ta. ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación
- Cozzolino, A. (2012). Humanitarian logistics and supply chain management. En A. Cozzolino (Ed.), *SpringerBriefs in Business. Humanitarian logistics* (pp. 5–16). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Recuperado el 05 de marzo del 2020, doi.org/10.1007/978-3-642-30186-5_2
- Duran, S., Ergun, Ö., Keskinocak, P., & Swann, J.L. (2013). Humanitarian logistics: advanced purchasing and pre-positioning of relief items.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Humanitarian-Logistics%3A-Advanced-Purchasing-and-of-Duran-Ergun/4becc3f03670e713ec895934d7ddd4be2585600f>

- García, M., Barcellos V., & Albergaria, R. (2014). Logistic processes in a post-disaster relief operation. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *111*(5), 1175–1184.
- González, J. (2014). Estudio de Logística y Cadena de Suministro Basada en Arquetipos (tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México. Tlanguistenco, México.
- González L., Kalenatic D., Rueda F., & López, C. (2012) Potencial uso de la logística focalizada en sistemas logísticos de atención de desastres. Un análisis conceptual. *Revista Facultad de Ingeniería-Universidad de Antioquia*. 2012. 62, 44-54.
- Hallegate, S., Fay, M., & Barbier, E. (2018). Poverty and climate change: introduction. *Environment and Development Economics*, *23*(1), 217-233. doi:10.1017/S1355770X18000141
- Hasanzadeh, H., & Bashiri, M. (2015). An efficient network for disaster management: model and solution. *Elsevier*, *40*(1), 3688-3702.
- He, H., Hu, W., Hao, J., & Wang, C. (2013). Improving emergency goods transportation performance in metropolitan areas under multi-echelon queuing conditions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *96*(1), 2466-2479.
- Holguín-Veras, J., Jaller, M., Van Wassenhove, L., Pérez, N., & Wachtendorf, T. (2012). On the unique features of post –disaster humanitarian logistics. *Journal of Operations Management*, *30*(1), 494-506. doi.org/10.1016/j.jom.2012.08.003
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2018). *Compendio estadístico del INDECI 2019. En la preparación, respuesta y rehabilitación de la GRD*. INDECI, Perú. Recuperado el 05 de marzo del 2020 de https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/02/COMPENDIO-GRAN-FINAL-2018_28dic_PDF.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2019). *Compendio estadístico del INDECI 2019. En la preparación, respuesta y rehabilitación de la GRD*. INDECI, Perú. Recuperado de: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/COMPENDIO-FINALBAJA.pdf>
- Kovacs, K., & Spens, G. (2011). Tendencias y desarrollos en la logística humanitaria: un análisis de brechas. *Revista internacional de distribución física y gestión logística*, *41*(1), 32-45.
- Kunz, N., Van Wassenhove, L., Besiou, M., Hambye, C., & Kovács, G. (2017). Relevance of humanitarian logistics research: best practices and way forward. *International Journal of Operations & Production Management*, *37* (11), 1585-1599. doi.org/10.1108/IJOPM-04-2016-0202
- Lambert, M., Cooper, M., & Pagh, J. (1998), Supply chain management: implementation issues and research opportunities, *International Journal of Logistics Management*. *9*(2), 1-20.

- Loree, N., & Aros-Vera, F. (2018). Points of distribution location and inventory management model for post-disaster humanitarian logistics. *Transportation Research Gate*. 116(1), 1-24.
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (2017). *Reformulación del plan institucional 2017 Programa nacional de Tambos*. Lima, Perú: Autor
- Ministerio de Salud (2018). Boletín Epidemiológico del Perú. *Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades*. 27(1), 1221-1301.
- Morales, C. (1988). *Las heladas y sus consecuencias en algunos cultivos en el estado de Tlaxcala*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F, México.
- Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2009). *Terminología sobre reducción del Riesgo de Desastre*. Estrategia Internacional para la reducción de Desastres. Ginebra, Suiza: Autor
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2008). Análisis del impacto de los eventos fríos (friaje) del 2008 en la agricultura y ganadería alto andina en el Perú. *FAO Perú*. Lima, Perú. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/emergencias/docs/1_Peru_ESTUDIO_FI_NAL_FRIAJE_OCT_13_2008.pdf
- Organización Panamericana de la Salud (2000). *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Wahington, Estados Unidos: Autor.
- Poder Ejecutivo Perú (2013). Decreto Supremo N° 016-2020-VIVIENDA. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/crean-el-programa-nacional-tambos-decreto-supremo-n-016-2013-vivienda-1021927-1/>
- Presidencia del Consejo de Ministros del Perú (2014). Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres Planagred 2014. Recuperado de: <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/PLANAGERD.pdf>
- Presidencia de Consejo de Ministros (2016). *Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2016*. Lima, Perú: Autor.
- Presidencia de Consejo de Ministros (2017). *Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2017*. Lima, Perú: Autor.
- Presidencia de Consejo de Ministros (2018). *Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2018*. Lima, Perú: Autor.
- Presidencia de Consejo de Ministros (2019). *Plan Multisectorial ante Heladas y Friaje 2019-2021*. Lima, Perú: Autor.
- Putong, L., & De Leon, M. (2017). A modified Balcik last mile distribution model for relief operations using open road networks. *Procedia Engineering*, 212 (2018), 133–140.
- Rodríguez, O., Albores, P. & Brewster, C. (2018). Disaster preparedness in humanitarian logistics: A collaborative approach for resource management in floods. *European Journal of Operational Research*, 264(1), 978-993.
- Sánchez, D. (2017). *Propuesta de un modelo de gestión en logística humanitaria para el cuerpo de infantería de marina de la Armada Nacional de Colombia: Caso*

inundaciones en el departamento de Bolívar (tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias, Colombia. Recuperado de: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0070438.pdf>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2010). *Atlas de Heladas del Perú*. Diciembre 2010. Lima, Perú: Autor.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020). Disponible 5 de agosto 2020, de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=heladas-y-friajes-preguntas>

Shibayama, T., Esteban, M., Nistor, I., Takagi H., Nguyen, T., Matsumar, R., Mikami, T., Ohira, K., & Ohtani, A. (2012). Implications of the 2011 Tohoku tsunami for risk management in Japan. *Obras y Proyectos*, 11(1), 4-17.

Taham, P., L'Hermitte, C., Spens, K., & Kovács G. (2013). *Humanitarian logistics: development of an improved disaster classification framework*. Universidad Griffith. Queensland, Australia.

Tomasini, R., & Van Wassenhove, L. (2009). *Humanitarian logistics*. New York, Estados Unidos: Palgrave Macmillan.

Vargas, J. (2002). Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales. *Cepal Naciones Unidas*. 50(1), 1-84

