



**“OPTIMIZACIÓN DEL STOCK DE AYUDA HUMANITARIA DE
PRIMERA RESPUESTA ANTE HUAICOS EN CHOSICA”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Supply Chain Management**

Presentado por

Sr. Ernesto Miguel Guerrero Gallegos

Asesor: Profesor Mario Chong Chong

2019

A mis padres Silvio Ernesto y Flor de María que siempre me han apoyado y apoyarán en cada uno de mis emprendimientos, este último enfocado a profesionalizar las soluciones en problemas tangibles de nuestra patria Perú.

Resumen ejecutivo

El objetivo principal de este documento es definir la cantidad de puntos de distribución (POD por sus siglas en inglés) o llamadas también almacenes de primera respuesta que abastecerán a las zonas de evacuación (ZE); los cuales proporcionarán para efectos de este estudio solamente alimentos no perecibles. El desastre natural que se estudiará será el huaico en zonas de alta probabilidad de ocurrencia como el distrito de Chosica, Lima, Perú. El objetivo de estos almacenes de primera respuesta es minimizar el sufrimiento humano en caso de un desastre; pero para ser viables, también se evalúa que no existan restricciones económicas, geográficas, políticas; y tiene como objetivo principal minimizar los costes de operación del mismo.

Las condiciones relacionadas con este estudio se presentan a continuación:

- 1) Fase de crisis: la preparación
- 2) Tipos de fenómenos naturales: aludes de lodo (huaicos)
- 3) Ubicación geográfica: distrito de Chosica, provincia de Lima

Primero, se generará un pronóstico de personas damnificadas de cantidad de personas pueden afectarse en los próximos años; segundo, se estimarán los kilogramos requeridos de almacenamiento. Por último, se generará un modelo matemático que optimice el coste de abastecimiento del total de la cadena humanitaria. El modelo de optimización propuesto estima la capacidad, la ubicación y los recursos necesarios para atender alimentos (comida) a la población afectada por el desastre.

Palabras clave: *facility location; points of distribution*; logística humanitaria; sufrimiento humano.

Índice de contenidos

Índice de tablas.....	vii
Índice de gráficos.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Capítulo I. Introducción	1
Capítulo II. Marco teórico.....	3
1. Introducción	3
2. Definición de desastres.....	4
2.1. Fenómeno El Niño	4
3. Riesgos e impactos en los desastres	5
3.1. Resiliencia	8
4. Ciclo de vida del desastre.....	9
5. Etapa de respuesta	13
5.1. Desarrollo propio	14
6. Preposicionamiento de ayuda humanitaria.....	16
7. Conclusiones	16
Capítulo III. Caso de estudio e identificación del problema	18
1. Introducción	18
2. Chosica y sus principales características.....	18
2.1. Contexto de las operaciones	19
3. Problema principal	20
4. Conclusiones	20
Capítulo IV. Propuesta del proceso TO BE.....	22
Capítulo V. Data histórica	24
1. Factores que propician los huaicos.....	24

2. Variables que influyen en impactos de damnificados	25
3. Metodología para estimación de ayuda humanitaria (kg)	27
4. Conclusiones	28
Capítulo VI. Planeamiento de demanda de primera respuesta	30
1. Regresión multivariable	30
2. Modelos de pronóstico de demanda para cada variable	31
3. Estimación de personas damnificadas y requerimiento KG.....	34
4. Conclusiones	35
Capítulo VII. Planeamiento de abastecimiento	36
1. Análisis de almacenamiento.....	36
1.1. Principales procesos en el almacén	38
1.2. Análisis de relación entre zonas del almacén.....	39
1.3. Generación de <i>layout</i> , evaluación de riesgos e implementación de políticas.....	41
2. Análisis de distribución.....	45
3. Conclusiones	45
Capítulo VIII. Cadena de logística humanitaria	46
1. Principales actores en la cadena	46
2. Principales distancias entre actores logísticos.....	49
3. Inversiones, gastos y costos logísticos	50
4. Conclusiones	51
Capítulo IX. Planeamiento de suministro y almacenamiento	52
1. Introducción	52
2. Metodología de Network Facility Location	52
3. Definición de <i>inputs</i> del modelo	54
4. Generación del modelo de optimización.....	55
5. Generación del modelo de optimización.....	55
6. Conclusiones	55

Capítulo X. Planeamiento de compras y suministros	56
1. Modelo matemático.....	56
1.1. Definición de la función objetivo.....	58
2. Escenarios del modelo.....	60
3. Resultados	68
4. Resultados	69
Conclusiones y recomendaciones	71
Bibliografía	73

Índice de tablas

Tabla 1.	Variables que influyen en la magnitud de damnificados	17
Tabla 2.	Variables que influyen en la generación e intensidad de un huaico	25
Tabla 3.	Damnificados históricos en Chosica.....	26
Tabla 4.	Consolidada de temperatura superficial del Océano Pacífico.....	27
Tabla 5.	Precipitación de lluvias en Chosica	27
Tabla 6.	Precipitación de lluvias en Chosica	28
Tabla 7.	Tabla de datos consolidados	29
Tabla 8.	Simulaciones de grupos de regresión.....	31
Tabla 9.	Consolidado de metodología de Forecast	32
Tabla 10.	Tipos de errores	33
Tabla 11.	Estimaciones de Forecasting de variables independientes.....	34
Tabla 12.	Escenarios de personas damnificadas	34
Tabla 13.	Demanda de KG estimada por zona de evacuación.....	35
Tabla 14.	Posiciones requeridas para almacenamiento.....	38
Tabla 15.	Tabla de criterios de relación de actividades	39
Tabla 16.	Tabla de motivos de relación entre áreas.....	39
Tabla 17.	Tabla relacional de actividades.....	40
Tabla 18.	Criterios para estimar la matriz de evaluación de riesgos.....	43
Tabla 19.	Identificación de peligros y evaluación de riesgos	44
Tabla 20.	Tipos de vehículos para distribución de ayuda humanitaria.....	45
Tabla 21.	Principales almacenes Indeci	47
Tabla 22.	POD propuestos	47
Tabla 23.	Consolidado de ZE	49
Tabla 24.	Distancia entre almacenes de Indeci y POD propuestos.....	49
Tabla 25.	Distancias entre POD propuestos/ZE	50
Tabla 26.	Consolidado de costos de inversión POD.....	50
Tabla 27.	Consolidado de costos de transporte.....	51
Tabla 28.	Controladores logísticos y sus principales componentes de decisión.....	53
Tabla 29.	Evaluación de principales controladores logísticos	54
Tabla 30.	Tabla de kg requeridos de ayuda humanitaria	60
Tabla 31.	Resultados de simulación con 27K kg sin restricción geográfica.....	61
Tabla 32.	Resultados de simulación con 27K kg con restricción geográfica	63
Tabla 33.	Resultados de simulación con 38K kg sin restricción geográfica.....	65
Tabla 34.	Resultados de simulación con 38K kg y con restricción geográfica	67
Tabla 35.	Consolidado de aperturas de POD y costos totales anualizados.....	68

Tabla 36.	Consolidado de cumplimiento de proyección de <i>stocks</i>	68
-----------	--	----

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Temas centrales del marco teórico	3
Gráfico 2.	Impacto de las zonas de desastres.....	6
Gráfico 3.	Modelo de impacto de desastre.....	10
Gráfico 4.	Formato alternativo del ciclo de gestión del desastre	11
Gráfico 5.	Forma básica del ciclo de la gestión del desastre	12
Gráfico 6.	Coordinación durante el tiempo de respuesta	14
Gráfico 7.	Evolución de la coordinación durante la etapa de respuesta	15
Gráfico 8.	Características geográficas de Chosica.....	19
Gráfico 9.	Estrategia de logística humanitaria de Chosica	22
Gráfico 10.	Cómo se originan los huaicos	24
Gráfico 11.	Datos nacionales de deforestación de bosques	26
Gráfico 12.	Metodología para estimar demanda en KG	28
Gráfico 13.	Distribución de bienes de ayuda humanitaria.....	36
Gráfico 14.	Tipología de la presentación.....	37
Gráfico 15.	Cubicaje de pallet	37
Gráfico 16.	Diagrama relacional de actividades	40
Gráfico 17.	<i>Layout</i> del almacén propuesto	42
Gráfico 18.	Mapa de riesgos, equipos de emergencias y evacuación	42
Gráfico 19.	Cadena de logística humanitaria Chosica	46
Gráfico 20.	Mapa general de Chosica con ZE	48
Gráfico 21.	Flujo general del proceso de optimización	52
Gráfico 22.	Marco general de la formulación matemática	56
Gráfico 23.	% Cumplimiento y costo total anual (miles \$)	69

Índice de anexos

Anexo 1.	Presentación de distribución de ayuda humanitaria.....	77
Anexo 2.	Procedimiento de recepción de mercadería	78
Anexo 3.	Procedimiento de despacho de mercadería.....	79
Anexo 4.	Procedimiento de inspección de mercadería.....	80
Anexo 5.	Zonas de evacuación: zona I y zona II.....	81

Capítulo I. Introducción

En las últimas décadas se ha visto un cambio de atención con respecto a la gestión de logística humanitaria como pilar fundamental de gestión para aminorar las pérdidas humanas y materiales cuando se generan desastres naturales, así como generados por el hombre.

Por otro lado, se hace indispensable cuestionar si los impactos en la población mundial en estos tiempos son mayores debido a la concentración y crecimiento de la población en las zonas urbanas y la deficiente gestión logística urbana en diversas urbes a nivel mundial.

Según “*The leadership process during an organizational crisis*” (Silveira dos Santos *et al.* 2016), existen tres fases en una crisis: periodo de incubación (*pre-disaster*, referido al tiempo previo al evento), periodo crítico o de respuesta (*post-disaster*, referido a las acciones que se toman una vez ocurrido el evento para poder mitigarlo) y periodo de recuperación (*recovery phases*, referido a que son las acciones que se toman para recobrar o recuperar lo perdido en el evento).

Se ha elegido aportar el presente estudio a la gestión de logística de huaicos, debido a que son un fenómeno cíclico en el Perú, posiblemente generados por el fenómeno El Niño y otras variables climáticas.

La investigación se enfocará en la etapa “primera respuesta” en una crisis; es decir, se desarrollarán acciones que ayuden a mejorar la respuesta inmediatamente ocurrido un huaico en Chosica que pueda afectar las zonas vulnerables.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar la viabilidad de la implementación de un almacén que resguarde alimentos no perecibles, que soporten los primeros 14 días (2 semanas) de iniciado un huaico en las zonas de afección en Chosica como medida de primera respuesta al minimizar la falta de alimentos de primera necesidad. Debe tenerse en cuenta que existen restricciones geográficas, de personal y equipos para poder minimizar las pérdidas y sufrimiento humano.

Se presenta una serie de condiciones de estudio:

- Etapa de crisis: enfocado en la preparación ante la respuesta
- Tipos de fenómeno natural: huaicos
- Ubicación geográfica: distrito de Chosica, provincia de Lima
- Almacenamiento: comida (se limitará el estudio solo a las raciones de comida)

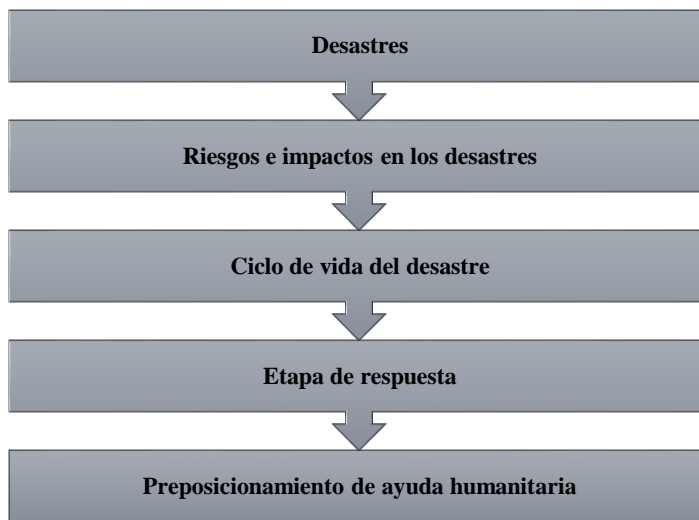
Para encontrar la optimización económica, se generará un modelo matemático buscando una función objetivo sobre la base de las variables y restricciones del caso, para su resolución se utilizarán diversos *softwares* de programación y de optimización; su instalación, funcionamiento y utilización se detallarán en los siguientes capítulos.

Capítulo II. Marco teórico

1. Introducción

Se presenta el diagrama de los puntos que se desarrollarán en el marco teórico:

Gráfico 1. Temas centrales del marco teórico



Fuente: Elaboración propia

Primero, se inicia con el concepto central de desastres. Se revisarán y analizarán diferentes conceptos y fuentes expertas en este tema para poder entender cómo se genera la “ocurrencia” y la magnitud de esta. En segundo lugar, se analizará qué riesgos e impactos generan estos desastres; es decir, a qué se exponen las personas que viven en la zona de desastre y también cuál es el impacto a nivel región o país.

Luego, se analizarán los ciclos del desastre, divididos en cuatro etapas: (1) preparación, (2) mitigación, (3) recuperación y (4) respuesta. Sobre cada uno de ellos es importante delimitar el rol que cumplen en la acción del presente trabajo de investigación. Después, en la etapa de respuesta, se revisará las definiciones de las Naciones Unidas respecto de los alcances de este punto.

Finalmente, se definirá el concepto de preposicionamiento de ayuda humanitaria, referido a poseer el *stock* necesario con la debida antelación a fin de brindar una respuesta inmediata ante posibles desastres.

2. Definición de desastres

En este acápite se busca comprender la definición de desastre. De acuerdo con la United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), oficina de las Naciones Unidas, un desastre es “una interrupción grave del funcionamiento de una comunidad o una sociedad que conlleve pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos o ambientales generalizados, que exceda la capacidad de la comunidad o sociedad afectada para hacer frente al uso de sus propios recursos” (UNISDR 2009). En este concepto se puede observar dos fases: la primero es la ocurrencia del desastre; la segundo, la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Según Michael Kindell (2013), que cita a Frits (1991: 655), un desastre es “un evento concentrado en el tiempo y el espacio, en el que una sociedad o una de sus subdivisiones sufre daños físicos y trastornos sociales, de modo que todas o algunas funciones esenciales de la sociedad o subdivisión se ven afectadas”. Kindell explica que el evento ocurre en un tiempo y un espacio definidos, viéndose afectada la población, en su totalidad o en parte, por daños físicos y transtornos sociales.

Para Carter (2008), un desastre es “un evento, natural o provocado por el hombre, repentino o progresivo, que impacta con tal severidad que la comunidad afectada tiene que responder tomando medidas excepcionales”. Carter enuncia y diferencia el tipo de desastre que puede ser causado por el hombre o por la naturaleza; por lo que los estudios deben abordar ambos aspectos que se generan en la población. También señala que, para contener este gran impacto negativo, la comunidad debe generar medidas que van más allá de las habituales.

Es posible concluir que el concepto de desastre se refiere a un evento repentino cuya predicción resulta compleja; a su vez ante la ocurrencia del mismo, es difícil estimar su magnitud.

2.1.Fenómeno El Niño

Se cita el siguiente concepto de fenómeno El Niño - Fenómeno de Oscilación del Sur (ENSO): “Una interacción compleja del Océano Pacífico tropical y la atmósfera global que da lugar a episodios irregulares de cambios en los patrones oceánicos y climáticos en muchas partes del mundo, a menudo con impactos significativos durante muchos meses, como hábitats marinos

alterados, cambios de lluvia, inundaciones, sequías y cambios en los patrones de tormentas” (UNISDR 2009).

Ahora bien, el fenómeno El Niño que ocurre en el Perú es parte de El Niño- Fenómeno de Oscilación del Sur (ENSO), por lo que el análisis de la ocurrencia y magnitud de este en diversas zonas del mundo podría permitir realizar un pronóstico del fenómeno a ocurrir dentro del territorio nacional, lo cual servirá de base para la propuesta de implementación de políticas públicas de ayuda humanitaria.

3. Riesgos e impactos en los desastres

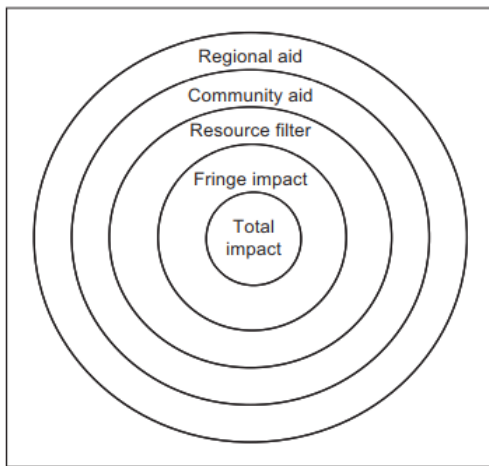
Se presenta el concepto de riesgos de la UNISDR (2009): “La combinación de la probabilidad de un evento y sus consecuencias negativas”.

El riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un evento multiplicada por la magnitud de las consecuencias que pueda generar el mismo. De esta manera, se sientan las bases sobre la definición de riesgo como las consecuencias que se generan.

A continuación, se describe el concepto de riesgo de la UNISDR (2009): “Las posibles pérdidas por desastres, en vidas, salud, estado, medios de subsistencia, activos y servicios, que podrían ocurrirle a una comunidad o sociedad en particular durante un período de tiempo futuro específico”. Se define cuáles son las consecuencias luego de ocurrido un desastre: posibles pérdidas humanas, salud, estado, activos, entre otras.

Sobre las consecuencias que genera un desastre, se analizará el siguiente gráfico (Kindell 2013) a fin de abordar las posibles zonas de influencia en la comunidad.

Gráfico 2. Impacto de las zonas de desastres



Fuente: Kindell 2013

Kindell muestra el resultado del impacto total, el cual se ve afectado directamente por las acciones preventivas; es decir, dichas construcciones influyen en la ayuda proveniente tanto de la comunidad como de la región.

Según Kindell, existen cuatro tipos de impactos:

- Impactos físicos
 - 1) Daño físico: Referido a las vidas humanas, se precisa el siguiente ejemplo: “EM-DAT database (www.emdar.be/database) ha reportado 25 desastres geofísicos, hidrológicos o meteorológicos que han producido más de 50.000 muertes entre 1900 y 2011” (Kindell 2013).
 - 2) Daño materiales: Se indica el siguiente ejemplo: “EM-DAT database muestra que el efecto de daños materiales se ha incrementado exponencialmente en el mundo desde 1970” (Kindell 2013).
- Impactos sociales: Referido al impacto en los valores, creencias y hábitos de la sociedad después de ocurrido un desastre, se cita el siguiente caso: “Puede afectar la adopción de ajustes ante los peligros en el hogar del residente de la zona de riesgo que reducen su vulnerabilidad a futuros desastres” (Kindell 2013). Se analiza que los desastres pueden generar frustración en la población, lo cual repercute en su desánimo de implementar acciones de prevención ante los desastres.
- Impactos demográficos: “Nueva Orleans perdió miles de hogares después de Katrina y solo había regresado a 300.000 (66 % de su población anterior al impacto) cuatro años más tarde,

pero había más de 360.000 en 2011” (Kindell 2013). La variación demográfica en una ciudad depende de la magnitud del desastre, se ejemplifica este caso de Nueva Orleans que solo regresó el 66 % de sus habitantes que emigraron, pero en otros casos se puede agravar hasta dejar la ciudad deshabitada.

- Impactos económicos: Existen diferentes maneras de evaluar los impactos económicos; sin embargo, se toma el concepto de BI (Business Interruption), es decir, cuánto pierde la economía de un país frente a un desastre. Se cita el siguiente caso: “En un escenario de terremoto en el sur de California, BI representó aproximadamente el 31 % de las pérdidas totales, con aproximadamente un tercio de esas pérdidas debido a retrasos en el restablecimiento de los sistemas de distribución de agua y pre-incendios dañados por el fuego. Las pérdidas esperadas de BI (4,3 % del producto bruto anual) exceden las de una recesión económica típica” (Kindell 2013).
- Impactos políticos: Se cita el siguiente caso: “El período de recuperación de desastres es una fuente de muchas quejas de las víctimas y esto crea muchas oportunidades para el conflicto comunitario, tanto en los EE.UU. (Bolin 1982, 1983) como en el extranjero (Albala-Bertrand, 1993)” (Kindell 2013). Las familias damnificadas deben recibir la ayuda necesaria ante el desastre del que fueron víctimas.

Se analiza el siguiente texto extraído del libro *El Poder de la Resiliencia*: “Desde el año 869, el mundo se ha vuelto mucho más dependiente de las cadenas de abastecimiento a larga distancia, para satisfacer las necesidades vitales. La tecnología moderna ha aportado nuevas capacidades pero, de igual forma, también han surgido nuevas vulnerabilidades” (Sheffi 2016). El profesor Yossi Sheffi indica que los desastres generan grandes impactos en la economía global, dado que, en los últimos años, la comercialización se ha incrementado exponencialmente por la globalización, el mundo no solamente está más conectado; esto hace que se reflexione sobre el concepto de vulnerabilidad en las cadenas de suministros de las empresas porque los desastres pueden menguar un eslabón en alguna parte del mundo.

El profesor Sheffi ejemplifica este concepto haciendo un análisis de las consecuencias entre dos terremotos que ocurrieron en Japón, uno en el año 869 y el otro en el año 2011, de similares magnitudes. “Cuando las mismas placas tectónicas volvieron a colisionar en 2011 –resultando un terremoto y un tsunami similares– las repercusiones afectaron a todo el planeta” (Sheffi 2016). Por efecto de la globalización, Japón cuenta con recursos, a lo largo de su territorio, de redes eléctricas, comunicaciones digitales y reactores nucleares que son pilares de su economía. El

terremoto del 2011 dañó estos recursos, lo que no solo afectó la economía de Japón, sino también las cadenas de suministros de empresas que contaban con un eslabón en dicho país.

“Los japoneses lo saben y por ello han elaborado procesos para detectar sismos, calcular la posible magnitud de cualquier tsunami que resulte de un terremoto y para alertar a las autoridades costeras de la altura potencial del oleaje” (Sheffi 2016). En esta cita se concluye que los japoneses sí son conscientes de las consecuencias de sus desastres y que han desarrollado un plan de prevención contra los desastres. Se indica en el mismo texto que Japón emitió muy tempranamente una medición de 7,9 grados cuando en realidad era de 9, lo que se traduce en una posible mayor consecuencia. Para complementar, se cita lo siguiente: “Un sismo de 9 en la escala de magnitud de momento, libera 31,6 veces más energía destructiva que uno de magnitud 8, y 44,7 veces más energía que la magnitud 7,9 arrojada por el cálculo inicial” (Sheffi 2016).

Para poder dimensionar las consecuencias, “la violenta sacudida, aunada al oleaje y los incendios que empezaron justo después del terremoto, destruyó y ocasionó daños a casi 1,2 millones de edificios a lo largo de gran parte del norte de Japón. Aun mayor fue la pérdida humana. Más de 19.000 personas murieron, casi 50.000 resultaron heridas y 400.000 quedaron sin hogar. De las víctimas fatales, cerca de 3.000 jamás fueron encontradas, succionadas al abismo de sal. El tsunami fue responsable del 80 % de los edificios destruidos y más del 94 % de muertes” (Sheffi 2016).

3.1. Resiliencia

De acuerdo con la UNISDR (2009), la resiliencia es “la capacidad de una comunidad o sociedad de sistemas expuesta a peligros para resistir, absorber, acomodar y recuperarse de los efectos de un peligro de manera oportuna y eficiente, incluso a través de la preservación y restauración de sus estructuras y funciones básicas posibles”. Este concepto muestra que, independientemente de la magnitud del desastre sobre la sociedad, existen consecuencias de pérdidas de vidas humanas, daños materiales e inclusive activos, lo cual marcará la pauta para el nuevo comienzo de la comunidad.

“Las organizaciones como Walmart y UPS invierten en procedimientos y activos de respuesta, ya que atienden clientes en todas partes, incluso en lugares con alta probabilidad de rupturas como huracanes, tormentas de nieve y otros desastres naturales” (Sheffi 2016). Empresas multinacionales como las descritas cuentan con operaciones a nivel mundial, por lo que analizan

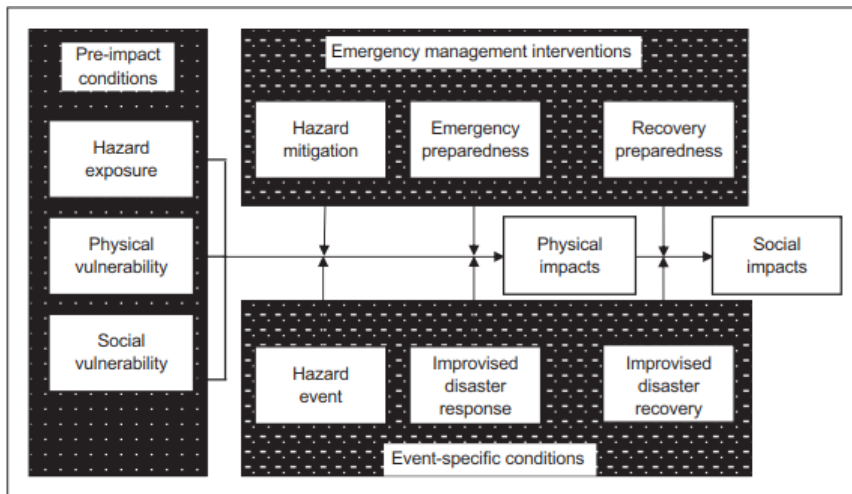
los riesgos potenciales en sus cadenas y pueden definir monetizar sus impactos; si son elevados los riesgos, pueden sustentar centros de operaciones frente a dichos riesgos. Según Sheffi (2016), “un robusto centro de operaciones de emergencia y procesos de recobro previamente simulados ayudan a las empresas a reabrir sus tiendas más rápidamente y a un menor costo que antes”.

4. Ciclo de vida del desastre

De acuerdo con Michael Kindell (2013), “una concentración de desastres en el tiempo obviamente define tres períodos temporales: impacto previo, impacto trans e impacto posterior”. El autor plantea que existen tres grandes factores en el desarrollo del desastre: condiciones preimpacto, condiciones del impacto específico e intervenciones de la gestión de la emergencia.

Se presenta el gráfico de modelo de impacto de desastre desarrollado por Kindell, en el que se observa detalladamente las variables que influyen los diferentes tipos de impactos en la sociedad.

Gráfico 3. Modelo de impacto de desastre



Fuente: Kindell 2013

Condiciones preimpacto: “Los efectos de los desastres se ven afectados por tres pre-desastres condiciones – exposición al peligro, vulnerabilidad física y vulnerabilidad social” (Kindell 2013). En la exposición al peligro caracteriza cómo se encuentra la comunidad en el instante que ocurre el desaste, es decir, con cuánta exposición frente al desastre se encuentra; vulnerabilidad social si la sociedad estará expuesta a temperaturas extremas, presión, exposición química que puedan generar muerte, daños y enfermedades; la vulnerabilidad física involucra la vulnerabilidad de agricultura, humana y propiedades.

Las condiciones específicas del evento engloban la peligrosidad del evento en su aparición, la magnitud y las condiciones geográficas, demográficas que pueda tener; además acota que si se generan improvisaciones de carácter en la respuesta en la emergencia o improvisación en la etapa de reconstrucción puede también generarse impactos físicos e impactos sociales en la población.

Este primer análisis de los factores que intervienen en la afectación social y física de la población genere tres grandes gestiones que se deba desarrollar, a lo que el autor llama “gestiones de interveccion en las emergencias” que engloban tres conceptos de mitigación de los peligros, preparación ante las emergencias y preparación de la recuperación:

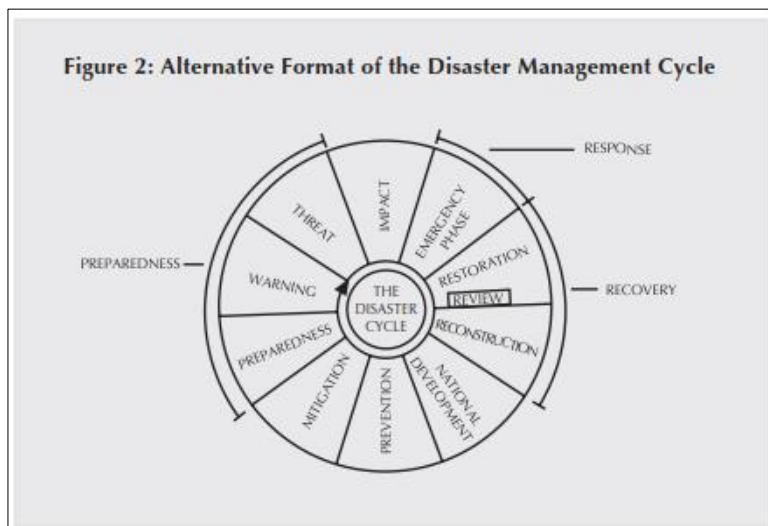
- Mitigación de los peligros: Clasifica cómo gestionar los mismos en etapas de identificación, evaluación de la ocurrencia, evaluación de la magnitud, y si un peligro no acepta medidas para atenuarlo; esto para poder reducir la magnitud del desastre. Reducen directamente impactos humanos.

- Preparación de emergencias: Las gestiones realizadas para afrontar el desastre. Como primer punto es necesaria la capacidad de detección del desastre, segundo la capacidad de respuesta que las personas tienen frente al evento; son las llamadas “primeras respuestas”.
- Gestión de recuperación: Indica que las etapas de recuperación se pueden definir en etapas de recuperación de corto plazo y recuperación de largo plazo, y que estas deben definirse con criterios establecidos priorizando a la población sobre los comercios.

Se inicia el análisis del ciclo del desastre desde la perspectiva de Nick Carter en su libro Disaster Management A Disaster Manager’s Handbook (Carter W. 2008). A partir de este punto se basará el análisis en este autor, que propone dos modelos de ciclo del desastre.

El primer modelo que presenta Carter es un modelo compacto que se siñe a tres grandes ciclos que: prevención, respuesta y recuperación. El autor enfatiza que cada segmento del ciclo no queda detallado claramente, por lo que no recomienda utilizar esta separación, aunque indica que puede utilizarse cuando no se esté enfocado a estudiar a fondo el ciclo del desastre, sino para un uso de referencia. Se señala en el presente estudio que Carter también hace hincapié en que puede utilizarse esta segmentación.

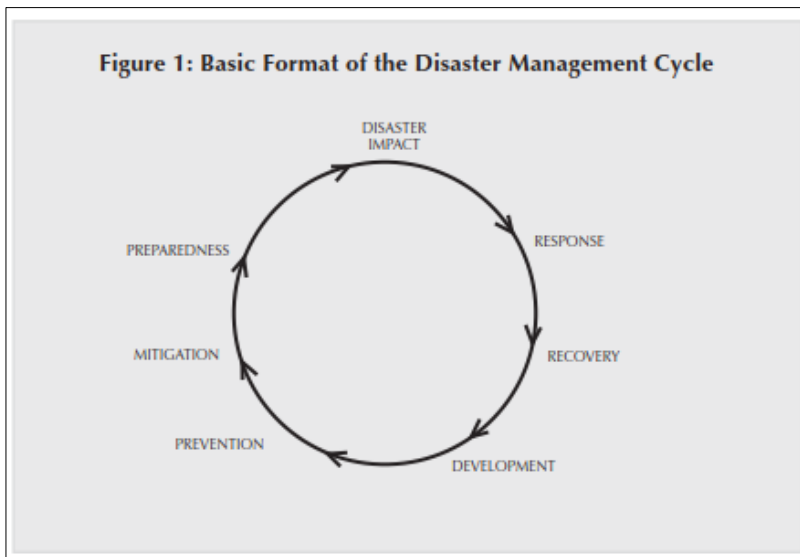
Gráfico 4. Formato alternativo del ciclo de gestión del desastre



Fuente: Carter 2018

Carter señala que esta es la forma básica del estudio del ciclo del desastre, por lo que se enfatizará en el análisis de estos siete segmentos propuestos.

Gráfico 5. Forma básica del ciclo de la gestión del desastre



Fuente: Carter 2008

- **Prevención:** Todas las acciones que impidan la aparición del desastre y que se generen daños a la población o a sus principales instalaciones. Ejemplos: construcción de una presa o dique para contención de flujos, legislaciones para impedir que las personas construyan viviendas en las zonas de riesgos de los desastres.
- **Mitigación:** Son todas las acciones que reduzcan la magnitud del desastre ocurrido. Ejemplos: reforzamiento de las estructuras de los edificios, regulaciones de agricultura alineadas a reducir impactos en las cosechas, políticas de almacenamiento de alimentos y fuentes alternativas de comunicación.
- **Preparación:** Son todo el conjunto de medidas que ayudan a la población a reaccionar rápida y efectivamente ante un desastre. Ejemplos: educación y conciencia pública, simulacros teóricos y prácticos, simulación de comunicaciones en las emergencias, simulacros de evacuación de la población o movilización temporal hacia otras zonas.
- **Impacto del desastre:** Este es el punto de inicio del desastre que golpea un área en particular que pueden clasificarse de diversas maneras, una de ellas puede ser de corta o gran duración. Ejemplos: terremotos, aunque son de poca duración generan grandes impactos, ciclones de gran duración de tiempo.
- **Respuesta:** Son todos los planes que se activan inmediatamente después de ocurrido el evento. Políticas: activación de sistemas contra desastres, búsqueda y rescate, abastecimiento de comida de emergencia, abrigo, asistencia médica y evacuación.

- Recuperación: Es la etapa en la cual la nación realiza esfuerzos para poder retornar al nivel normal de operación antes del desastre. Ejemplos: restauración, rehabilitación y reconstrucción.
- Desarrollo: En esta etapa se hace énfasis en que los resultados del desastre deben estar agendados en la política del desarrollo del país, evaluar posibles nuevos desastres y generar políticas eficientes asegurarán el desarrollo del país. Ejemplos: Utilizar asistencia internacional frente a desastres, aplicar experiencias en los desastres en futuras investigaciones y desarrollo de programas.

Carter analiza detalladamente cada uno de los ciclos del desastre y delimita las diferencias con ejemplos puntuales de cada segmento del ciclo del desastre. La mayor ventaja del modelo de Carter es que hace hincapié en que estos temas deben elevarse a una estrategia de crecimiento del país, dado que con mejores planes de prevención, mitigación y respuesta se asegura una menor pérdida en niveles humanos y de economía.

5. Etapa de respuesta

Según la UNISDR (2009), como punto de inicio, “la provisión de servicios de emergencia y asistencia pública durante o inmediatamente después de un desastre para salvar vidas, reducir los impactos en la salud, garantizar la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de las personas afectadas”. Se define el concepto de etapa de respuesta como la capacidad de ayuda humanitaria que se cuenta para apoyar a las zonas afectadas inmediatamente después de ocurrido un desastre.

El tipo de necesidades también se define y las provisiones responden a necesidades básicas de subsistencia, por ejemplo, abrigo para el frío, medicinas de primera necesidad, alimentos enlatados y agua.

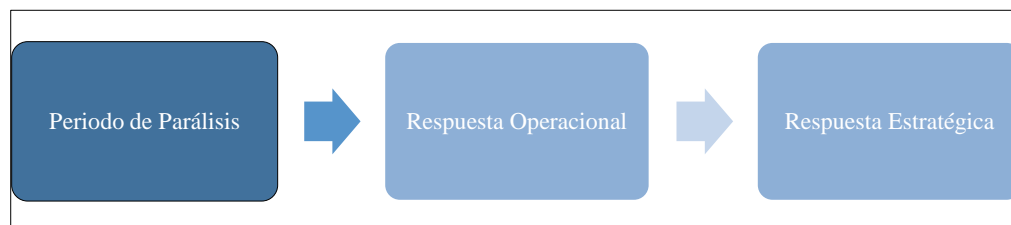
Sobre la base del ejemplo del libro El Poder de la Resiliencia (Sheffi 2016), se citan ejemplos respecto a la etapa de respuesta: “En Narita, al cesar el terremoto, los sobrevivientes moraron a su alrededor y suspiraron de alivio. Estaban vivos e ilesos. Luego sobrevino el temor: preocupación por la seguridad de familiares, amigos y compañeros”. Este ejemplo del profesor Sheffi se sitúa en Narita, una localidad de Japón en la cual se encontraba personal de Intel. Una vez culminado el terremoto de 9 grados, hubo un periodo de incertidumbre donde las personas en Narita requirieron de un tiempo para poder entrar en conciencia de que estaban ilesas.

Una vez conscientes de su salud, los sobrevivientes iniciaron una etapa en la cual dejaron de preocuparse por sí mismos y se comenzaron a preocuparse por sus familiares más cercanos, familiares, amigos y compañeros.

“El equipo de Manejo de Emergencias de Intel garantizó la seguridad del personal e instalaciones de Intel en la zona de desastre, Intel envió sus Equipos de Respuesta a Emergencias, quienes son preasignados y los primeros en responder en caso del desastre” (Sheffi 2016). El equipo de Manejo de Emergencias fue una de las primeras respuestas coordinadas y preparadas que ingresó al lugar para poder auxiliar al personal de la compañía. Este equipo, previo al desastre, debería contar con las capacitaciones, certificaciones y asignaciones debidas para poder enfrentar los desastres.

Se inicia desde este punto un nuevo análisis, que se centra en el trabajo de Smet y Laysen (2011), donde se analiza con mayor detalle la etapa de respuesta, que se subdivide en tres partes que se explican en el siguiente gráfico:

Gráfico 6. Coordinación durante el tiempo de respuesta



Fuente: (Hans De Smet 2011)

5.1.Desarrollo propio

A continuación, se desarrollan las tres subetapas:

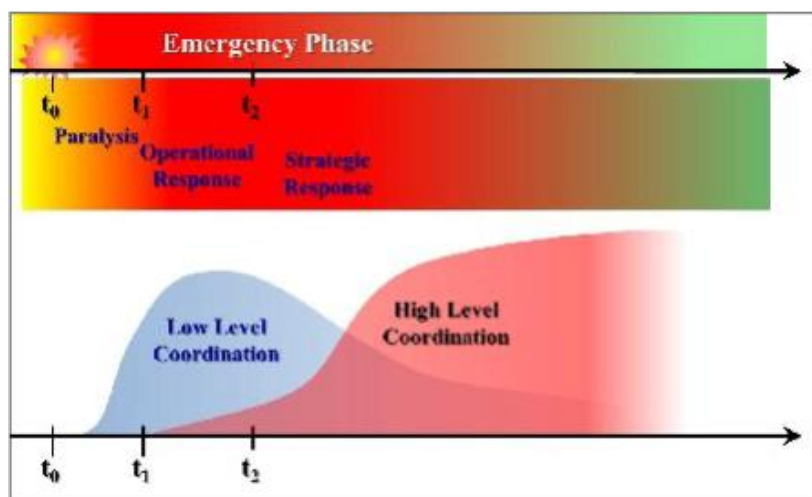
- Periodo de parálisis: “Al principio hay confusión y desilusión entre sus residentes y las personas presentes en el área afectada, que están en estado de parálisis” (Hans De Smet 2011). Indica que al inicio del evento hay una etapa de parálisis como primera reacción ante el desastre, y este tiempo es una brecha que, dependiendo de la cultura de población y de la naturaleza del desastre, puede incrementarse o disminuirse el tiempo en este estado.
- Respuesta operacional: “La gente comienza a darse cuenta de lo que sucedió, comenzarán las primeras operaciones de socorro. Las acciones iniciales serán ejecutadas por personas en el

sitio (aquellas que se encuentren accidentalmente en la vecindad, víctimas que no estén muy seriamente heridas y que no tengan lazos familiares, etc.)” (Hans De Smet 2011). En esta etapa, el autor brinda una primera vista de las reacciones iniciales de las personas que se encuentran en el lugar o muy cerca y que pueden realizar las labores de apoyo. A medida que avanza el tiempo también se sumarán los actores locales como bomberos, personal de emergencia, policías, etc. El autor hace énfasis en el concepto “actúa primero, piensa luego”.

- Respuesta estratégica: “La organización de gestión de desastres (DMO por sus siglas en inglés) se puede considerar como una organización temporal que se compone de diferentes tipos de organizaciones de gestión de emergencias, así como de grupos de voluntarios” (Hans De Smet 2011). Esto indica que a un nivel más estratégico se genera un líder, que viene a ser la DMO y que coordina con los diferentes ONG y grupos de voluntarios generando una causa común y coordinada con los recursos que cuentan. Esta respuesta es de más de largo plazo y estratégica.

Se presenta, a continuación, una figura que muestra la evolución de cada una de las fases y cómo se va relevando en el tiempo; se nota claramente el inicio de la fase de parálisis, el inicio de la respuesta operacional, que son los primeros esfuerzos, y la respuesta estratégica que es a largo plazo.

Gráfico 7. Evolución de la coordinación durante la etapa de respuesta



Fuente: Hans De Smet 2011

6. Preposicionamiento de ayuda humanitaria

Se cita la importancia de poder almacenar materiales de ayuda humanitaria, analizando al autor José Holguin-Veras (2007), en su paper - Emergency logistics Issues Affecting the Response to Katrina, se cita un párrafo de lo mencionado: “Si bien algunos preposicionamientos de suministros se realizaron antes de Katrina, estaban muy por debajo de lo que se necesitaba. Aunque no es probable que los suministros críticos preposicionados puedan hacer mucho para satisfacer las necesidades inmediatas” (José Holguin-Veras 2007).

Este primer ejemplo que muestra Holguin-Veras indica la importancia de contar con abastecimiento de ayuda humanitaria preposicionado en los lugares de desastre. Es necesario poder generar un pronóstico adecuado en cantidad y calidad de ayuda humanitaria requerido para los desastres futuros. Es también indispensable realizar la evaluación del surtido de los materiales, medicamentos, alimentos y agua con que debe contar el almacén de preposicionamiento.

“El gobierno federal debería tomar la iniciativa y concertar acuerdos regionales de ayuda mutua mediante los cuales los estados en una región federal acuerdan comprar un conjunto básico de suministros críticos que se mantendrían almacenados en un lugar clave” (José Holguin-Veras 2007). El autor también señala que para poder contar con el nivel adecuado de materiales preposicionados se requiere inversiones locales o regionales, por lo que genera una posible solución: contar con ayuda humanitaria para regiones y poder evaluar de la mejor manera una ubicación que pueda generar la mayor equidad y eficiencia en la atención a toda la región.

También se analiza el paper de Rawls y Turnquist (2011) en “Pre-positioning planning for emergency response with service quality services”, que menciona lo siguiente: “Las decisiones clave en el posicionamiento previo son las ubicaciones y las capacidades de los centros de distribución de emergencia, así como las asignaciones de inventarios de productos básicos de socorro a esos lugares de distribución”

7. Conclusiones

Se desprenden algunos conceptos que servirán para el desarrollo del estudio sobre la base de los conceptos anteriormente revisados.

Tabla 1. Variables que influyen en la magnitud de damnificados

Variables que influyen en la aparición del desastre	
Ocurrencia del desastre	Probabilidad de si ocurre o no ocurre el desastre
Magnitud del desastre	Si una vez ocurre un desastre, si será un evento de gran, mediana o baja magnitud
Variables que influyen en la magnitud de damnificados	
Etapa de respuesta “primera respuesta”	Influye en mitigar los impactos del desastre una vez ocurrido este
Mitigación	Son las acciones que se realizan para mitigar la aparición del desastre
Preparación	Acciones para mitigar el impacto del desastre
Variables que tienen los recursos de primera respuesta	
Ayuda Humanitaria de primera respuesta	Son todos los materiales de primera respuesta que se cuentan para abastecer a los damnificados inmediatamente después de ocurrido el desastre
Ubicación de los materiales de primera respuesta	La ubicación es clave para poder abastecer de manera oportuna a los damnificados
Cantidad y surtido adecuado	Es clave para poder contar con la la cantidad y los tipos de materiales adecuados para el surtido a las personas damnificadas

Fuente: Elaboración propia 2018

*Sobre la base de los conceptos previamente descritos en el marco teórico

Capítulo III. Caso de estudio e identificación del problema

1. Introducción

En este capítulo se presentan las principales características del distrito de Chosica, y se muestra los impactos de huaicos por los que ha tenido que pasar su población.

Además, se muestra cómo se enfocará el caso de estudio que se alinea a incrementar la primera respuesta de ayuda humanitaria, así como también se enmarcarán los límites y supuestos del presente trabajo de tesis.

2. Chosica y sus principales características

Se desarrollan las principales características de Chosica:

- **Ubicación:** Se encuentra ubicada en el distrito de Lurigancho, en la provincia de Lima, limita con los distritos de San Antonio de Chaclla y Santa Eulalia, que pertenecen a la provincia de Huarochirí, vía carretera por la Carretera Central se encuentra aproximadamente a 3 horas de distancia.
- **Extensión superficial:** Cuenta con una extensión superficial de 236,47 km², el pueblo del mismo nombre se encuentra rodeado por una morfología accidentada, quebradas que aluden a laderas inestables que son potencialmente la vía por donde se deslizan los huaicos.

Para los siguientes puntos se utiliza una encuesta realizada por INEI en el 2007, la cual se utiliza como base para detallar los siguientes aspectos:

- **Densidad poblacional:** El distrito de Lurigancho cuenta con 169.359 personas. Además, indica la misma encuesta que el 58 % de la población tiene menos de 30 años y se cuenta con una proporción similar entre hombres y mujeres (INEI 2007).
- **Viviendas:** Chosica cuenta con 44.691 viviendas, de este total se cuenta con 38.756 con estado de ocupadas y personas presentes, el 91 % pertenece al grupo de independientes (INEI 2007).
- **Servicios públicos:** Del global de personas encuestadas con respecto a la utilización de agua potable, el 36 % utiliza la red pública de agua; el 31 %, camión cisterna; y el 13 % abastece con agua de pozo. Con respecto a la utilización de alumbrado público, el 85 % de viviendas cuentan con dicho servicio (INEI 2007).

Acerca de los puntos descritos de Chosica, se concluye que es un distrito que se encuentra en desarrollo, y que no cuenta uniformemente a lo largo de toda su población con la totalidad de servicios básicos para vivir.

2.1.Contexto de las operaciones

Se presenta el mapa de Chosica, con el cual se identificarán las condiciones de las operaciones a tener en cuenta:

Gráfico 8. Características geográficas de Chosica



Fuente: Comercio 2015

Las principales condiciones en las operaciones tienen limitaciones en las políticas de abastecimiento, por lo que identificar ello en el mapa de Chosica es adecuado para su análisis:

- Rodeado por quebradas: En el mapa se muestran en color naranja y amarillo las zonas con más alta probabilidad de sufrir consecuencias por huaicos, debido a que se encuentran bajo las quebradas en dicha zona.
- Personas viviendo en zonas de riesgo: Se cuenta con diversas fuentes para estos datos: “Según el alcalde de Chosica, Luis Bueno, 3.300 familias viven en zonas de riesgos” (Indeci, El Comercio, 2015). “Alrededor de siete mil familias asentadas en las quebradas y en las márgenes de los ríos Rímac y Huaycoloro, en Chosica, se encuentran vulnerables y expuestas a un alto riesgo ante lluvias, desbordes, huaicos e inundaciones que suelen presentarse durante estas fechas, según estimó la Municipalidad de Chosica” (Indeci, El Comercio, 2015).

- Acceso limitado por la Carretera Central: Se puede apreciar que solo se cuenta acceso a la ciudad por dos vías, ambas pertenecientes a la Carretera Central que la cruza longitudinalmente, debe indicarse que es latente la probabilidad de un bloqueo de carreteras que pueda interferir la ayuda humanitaria desde otras zonas del país.
- Demoras en la ayuda por gestión gubernamental: Se deben mapear las demoras que se tengan por la aprobación de envío de ayuda humanitaria por temas legales y normativos en la legislación peruana a nivel municipal, regional y de Gobierno Central.
- Bloqueos por el Río Rimac: La Carretera Central no es la única que cruza la ciudad longitudinalmente, también lo hace el río Rimac, este río divide a Chosica en dos zonas: estas zonas pueden romper su comunicación si por las lluvias crece el cauce del río, es probable que pueda romper las conexiones entre estas zonas. Es por ello que se debe evaluar esta condición y si es muy riesgosa definir políticas que ayuden a disminuir este riesgo.

3. Problema principal

El problema principal de Chosica es que existe una demora real en declarar en emergencia la localidad por parte del Gobierno Central. Estas demoras aún no se cuantifican como indicador gubernamental ni tampoco se ha encontrado en alguna ONG, pero pueden llegar a tardar aproximadamente dos semanas, según lo que se recoge del sector.

Luego de las dos semanas, el Gobierno Central indica que es una emergencia y que se le debe apoyar. En este punto ya la población ha sido golpeada por falta de alimentos en la zona, malnutrición de los niños, gestantes, adultos mayores, entre otros.

Si el Gobierno Central aprueba el envío de ayuda humanitaria, es probable que llegue a Chosica si las carreteras no han sido bloqueadas, dado que se desprenden rocas y lodo en Chosica y en zonas aleadañas.

Los tiempos de abastecimiento a la zona de evacuación deben de disminuirse por medio de políticas de abastecimiento sólidas.

4. Conclusiones

Se detallan las siguientes conclusiones:

- Es crítico disminuir los tiempos de abastecimiento mientras que el Gobierno Central apruebe el envío de ayuda humanitaria.
- El *stock* requerido será solamente de alimentos no perecibles.
- Al momento de abastecer existe una limitante geográfica que es el río Rímac, que atraviesa longitudinalmente a Chosica y la divide en dos zonas norte y sur, y que en época de huaicos puede bloquear el intercambio de bienes entre ambos sectores.

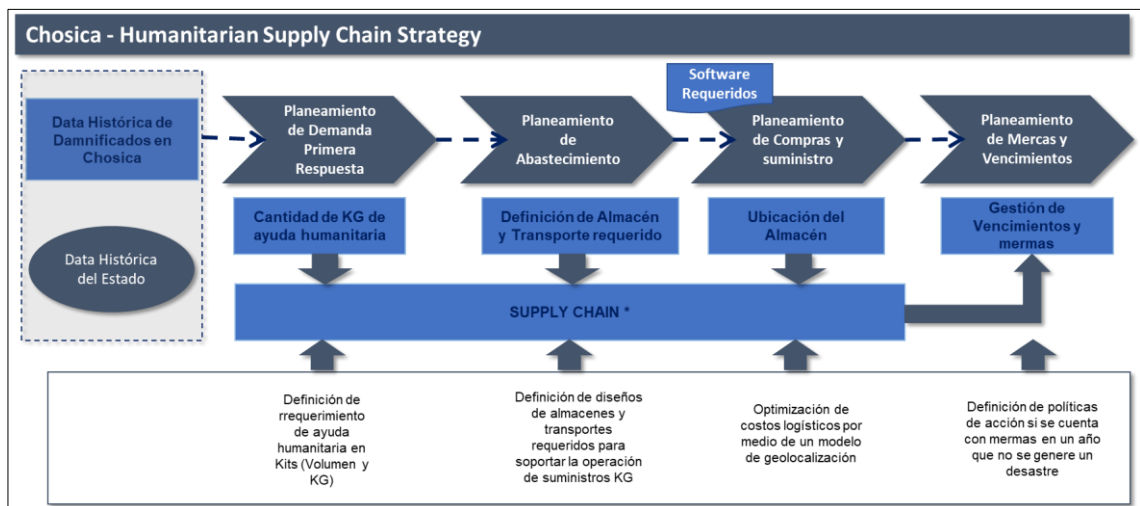
Capítulo IV. Propuesta del proceso TO BE

El presente estudio tiene como principal objetivo descubrir cuál la mejor estrategia de *supply chain* que atenúe el sufrimiento de las personas damnificadas en Chosica. Es decir, se deberá definir la estrategia que responda las siguientes preguntas en el abastecimiento:

- ¿Qué materiales almacenar? Definir los requerimientos de suministro por parte de las personas damnificadas es el primer gran reto.
- ¿Cuántos materiales de primera respuesta almacenar? Definir la cantidad de almacenamiento.
- ¿Dónde se deben almacenar? Definir las políticas de almacenamiento, su ubicación ideal será otra interrogante en el estudio.
- ¿Cómo transportarlos? Definir las políticas de transporte que soporten la gestión de abastecimiento a tiempo, cuidando la calidad e integridad de los materiales de ayuda humanitaria.

Se desarrolla, en esta sección, el plan general de logística humanitaria para la región de Chosica, que se muestra a continuación:

Gráfico 9. **Estrategia** de logística humanitaria de Chosica



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se desarrollan los seis grandes pilares de planeamiento que se agruparán en las secciones siguientes de este estudio:

- Data histórica: Dado que esta tesis intenta responder un problema de abastecimiento de carácter social, el primer gran *input* será el de investigar, almacenar y consolidar la data

histórica de los desastres pasados ocurridos en Chosica sobre la base de fuentes oficiales de organismos gubernamentales en Perú.

- Planeamiento de demanda de primera respuesta: En este punto se debe entender por qué se generan los desastres, y sobre la base de estas variables poder estimar la cantidad de damnificados, y según la cantidad de damnificados estimar la cantidad de ayuda humanitaria de primera respuesta requerida.
- Planeamiento de abastecimiento: El planeamiento del abastecimiento son las políticas con que contará la cadena de suministros para poder transportar a tiempo el *stock* de ayuda humanitaria hacia las zonas de desastre, se contemplan dos grandes ejes principales que son el dimensionamiento de almacenamiento y la distribución desde los POD hacia las zonas de evacuación.
- Cadena de logística humanitaria en Chosica: Se desarrolla un resumen de cómo instalar los *softwares* requeridos para realizar la simulación matemática como Python, Gurobi y Anaconda, que en conjunto realizan la resolución al problema matemático planteado.
- Metodología del *Network Facility Location*: Se explica en este capítulo por qué la elección de esta metodología y cuáles son los pasos para su implementación.
- Planeamiento de compras y suministro: En este acápite se desarrolla la ubicación y capacidad del almacén que optimice los costos y gastos de la cadena de suministros.
- Planeamiento de mermas y suministros: Son el conjunto de políticas que responde qué acción se ejecutará en el tiempo con la finalidad de que la ayuda humanitaria se utilice dentro de su vida útil.

En los siguientes capítulos se presentará el desarrollo de cada uno de los planes descritos.

Capítulo V. Data histórica

En ese capítulo se presentan las diferentes variables que puedan explicar los orígenes de los huaicos mediante comunicaciones de expertos meteorológicos. Esto será crucial, dado que si se pueden identificar las variables que explican la cantidad de damnificados, se podría estimar proyecciones de demanda requerida.

Asimismo, se consolida la data histórica con referencia a los damnificados en Chosica que se ha podido recabar.

1. Factores que propician los huaicos

La primera fuente a revisar es un gráfico que se publicó en el portal de noticias peruano RPP, extraído del organismo público Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci 2017), que es el organismo autorizado en desarrollar estos temas.

Gráfico 10. Cómo se originan los huaicos



Fuente: RPP 2017

En esta primera revisión se indica que los huaicos están influenciados por fuertes precipitaciones, principalmente en la temporada de lluvias de diciembre a marzo que se genera en el país. Estas lluvias pueden generar lodos principalmente por el debilitamiento de las laderas de los cerros, y la principal razón de este debilitamiento es la deforestación de los bosques.

De acuerdo con el experto en meteorología Abraham Levy, “cuando el mar está por encima de sus valores normales, calienta el aire que está sobre él. Es como una hornilla. Si la prendo, caliento la olla. Si caliento el mar, caliento el aire. Ese aire caliente, con la brisa, llega a las ciudades de la costa y hace que los termómetros marquen unos 30 grados” (Senamhi, 2017). Levy explica que existe una correlación entre la temperatura del océano y los vientos calientes que llegan a la sierra peruana.

Asimismo, otro experto en meteorología, el Sr. Lavado, indica que “cuando el agua cae al suelo ocurre un proceso de infiltración, pero cuando las lluvias son continuas, el suelo se satura. Eso es lo que produce los huaicos” (Senamhi, 2017). Lavado refiere que el suelo cuenta con un nivel de saturación o resistencia a las lluvias. Si la intensidad de la lluvia excede el nivel de absorción que soporta dicho suelo, se producirá un huaico; si por el contrario no ocurre ello, no se producirá.

Tabla 2. Variables que influyen en la generación e intensidad de un huaico

Descripción de la variable	Variable
Calentamiento del Océano Pacífico	Temperatura °C
Nivel de Precipitación en Chosica	Intensidad de Lluvias en Chosica (unidades)
Nivel de Deforestación de los bosques en Perú	Hectáreas de Deforestación (He)
Nivel de Damnificados Históricos	Cantidad de Damnificados por Año (Personas)

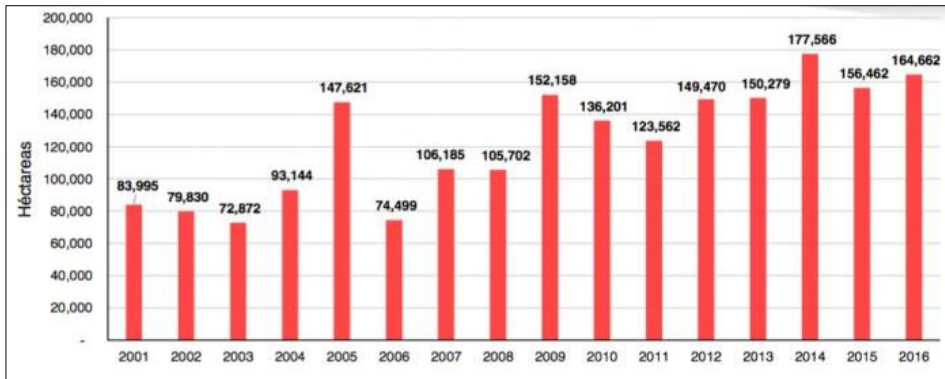
Fuente: Elaboración propia

2. Variables que influyen en impactos de damnificados

En esta sección se desarrollan las variables antes mencionadas:

- Deforestación de los bosques: Se presenta el análisis de deforestación de los bosques históricos a nivel nacional.

Gráfico 11. Datos nacionales de deforestación de bosques



Fuente: Actualidad Ambiental 2017

- **Damnificados históricos:** Se ha consolidado los damnificados históricos por año en Chosica.

Tabla 3. Damnificados históricos en Chosica

Año	Mes	Día	Quebradas activadas	Bloqueo de carretera	Sum damnificados	Sum viviendas afectadas
1909			2	0	0	0
1925			2	0	0	0
1970	1	15	2	0	0	0
1976	1	30	2	0	0	0
1983	4	1	1	0	0	0
1987			5	0	120	1.200
1998			4	0	366	0
2009			1	1	51	12
2012	4	5	5	0	5.660	893
2015	2	9	7	0	80	96
2015	3	23	0	0	1.980	0
2017			0	0	8.340	0

Fuente: Sistema Sinpad - Indeci 2018

- **Temperatura del Océano Pacífico:** Se ha consolidado la temperatura máxima que se ha obtenido por año histórico en el Océano Pacífico, dado que si existen picos de temperatura, debería explicar el aumento de damnificados si esta variable es directamente proporcional.

Tabla 4. Consolidada de temperatura superficial del Océano Pacífico

Row labels	Average	Max
2009	19	20
2010	18	22
2011	18	20
2012	19	22
2013	19	22
2014	20	23
2015	21	23
2016	20	24
2017	21	28

Fuente: IMARPE 2018

- Nivel de lluvias en Chosica: Para poder estimar la magnitud de lluvias en Chosica, se utilizará el indicador de precipitación del Senahmi - Datos Históricos.

Tabla 5. Precipitación de lluvias en Chosica

Año	Max precipitación	Promedio precipitación anual	Promedio precipitación verano
1997	5	0,8	1,7
1998	65	8,3	30,3
1999	65	8,3	25,0
2000	56	11,4	34,3
2001	52	8,0	22,,
2002	307	27,5	79,8
2003	28	7,2	14,5
2004	16	3,4	6,3
2005	12	2,5	5,3
2006	56	11,3	33,3
2007	77	10,0	30,0
2008	36	6,6	19,8
2009	66	10,5	28,8
2010	8	0,9	2,8
2011	57	16,0	29,0
2012	96	20,7	54,5
2013	23	4,2	11,0
2014	21	21,0	21,0
Total	50,8	9,0	22,0

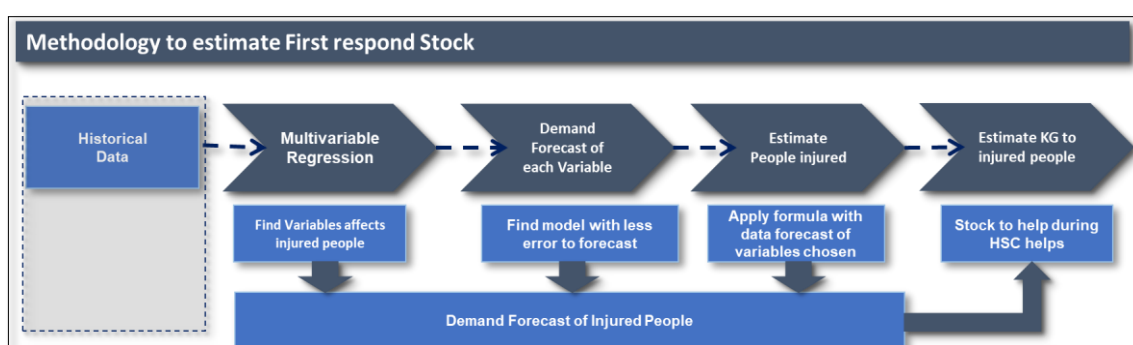
Fuente: Senahmi

3. Metodología para estimación de ayuda humanitaria (kg)

A continuación, se presenta la metodología a utilizar:

- Primero, se utiliza la data histórica de las variables obtenidas.
- En segundo lugar, se realiza la regresión multivariable para estimar qué variables explican mejor las personas damnificadas y los requerimientos en KG.
- Luego, se realizará un estudio de *forecast* (proyección) a cada una de las variables que explican mejor la magnitud de los huaicos, para poder conocer sus valores futuros.
- Por último, se estimarán escenarios medio, alto y bajo de demanda requerida utilizando los datos futuros calculados.

Gráfico 12. Metodología para estimar demanda en KG



Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Se concluye que hay variables no controlables por el humano, pero que terminan afectando al incremento o decremento de damnificados en un próximo evento en Chosica.

Tabla 6. Precipitación de lluvias en Chosica

Variable	Unidades
Pacific Ocean Temperature	Temperature (°C)
Deforestation level of forests in Peru	Hectares of Deforestation (He)
If El Niño Appears	1: Appears – 0: No Appears
Level of Historic Victims	Number of Victims per Year (Persons)
Annual Historical Population in Lurigancho	Chosicas’s Population

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se consolidan los datos obtenidos en la presente sección. La información comprende los años 2001-2017. Esta consolidación servirá para futuros análisis referentes a estimar las magnitudes de los huaicos en Chosica.

Tabla 7. Tabla de datos consolidados

Year (año)	Quantity of injured people (personas)	Pérdida de Bosques (He)	Max Ocean Temperature (°C)	If appears El Niño (binario)	Población Chosica - Lurigancho (personas)
2001	0	83.995	24	0	143.577
2002	0	79.830	25	1	148.653
2003	4	72.872	22	0	153.767
2004	0	93.144	22	0	158.909
2005	0	147.621	22	0	164.068
2006	0	74.499	22	0	169.191
2007	0	106.185	20	1	174.274
2008	0	105.702	25	0	179.385
2009	51	152.158	20	1	184.593
2010	0	136.201	21	0	189.974
2011	0	123.562	20	0	195.542
2012	2087	149.470	22	1	201.248
2013	0	150.279	22	0	207.070
2014	0	177.566	23	0	212.987
2015	2060	156.462	23	1	218.976
2016	0	164.662	24	0	221.800
2017	8340	143.000	28	1	224.900

Fuente: Elaboración propia

Capítulo VI. Planeamiento de demanda de primera respuesta

En primer lugar, se explicará la metodología para poder estimar la demanda en kg de comida requerida para poder soportar los huaicos a futuro. Luego, se explicarán los cálculos que se realizan en aplicación de la metodología. Por último, se consolidan los resultados en escenarios alto, medio de bajo de los requerimientos de ayuda humanitaria.

1. Regresión multivariable

Se explica la metodología de la regresión multivariable:

- Se han generado cuatro grupos de diferentes variables para realizar la regresión multivariable a cada una de ellas.
- Se han generado dos tipos de variables en cada regresión multivariable:
 - Variable independiente (Y): Variable que depende del valor de |X para que su valor se modifique.
 - Variable dependiente (X): una variable que representa una cantidad que se modifica en un experimento.
- Se realizaron los cálculos de coeficiente de correlación (R^2) con el *software* R y validado con Excel (herramienta regresión multivariable) para cada fecha de regresión, los resultados se encuentran en la columna “Resultados y conclusiones”.

Tabla 8. Simulaciones de grupos de regresión

	Variable dependiente		Variable independiente				Resultados y conclusiones		
	Quantity of injured people	If appears El Niño	Ocean Temp	He deforestation	If appears El Niño	Year	Population Lurigancho (Chosica)	Correlation Coeficient (R^2)	Conclusions
Regression 1		X	X	X				0,039	No Selected
Regression 2	X		X	X				0,463	No Selected
Regression 3	X				X			0,259	No Selected
Regression 4	X		X	X	X		X	0,692	Selected

Fuente: Elaboración propia

La regresión 4 se selecciona porque tiene el mayor coeficiente de correlación, se presenta la fórmula de proyección de demanda según las variables de la regresión seleccionada:

$$D_t = -16,612.93 + 478.4 * OT_t - 0.0155 * HD_t + 1,534 * W_t + 0.0427 * PP_t \text{ (Reg 4)}$$

Los resultados obtenidos que explican de mejor manera la cantidad de personas damnificadas: temperatura del Océano, deforestación de bosques, si aparece o no El Niño y cómo influye la población de Chosica.

2. Modelos de pronóstico de demanda para cada variable

A continuación, se muestra las metodologías de Forecast que tratarán de explicar de mejor manera cómo se comportará cada variable.

Tabla 9. Consolidado de metodología de Forecast

Time series models	Focus	Formula description	Parameters
Moving Average	Level	$X_{t,t+1} = \frac{\sum_{i=t+1-M}^t X_i}{M}$	$X_i = \text{Pronóstico de Demanda}$ $X_i = \text{Valores Prácticos de } M (4, 6, 12, \text{ etc})$
Exponential Smoothing	Level	$X_{t,t+1} = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * X_{t-1,t}$ $0 \leq \alpha \leq 1$	$\alpha = \text{Smoothing constant } 0 \leq \alpha \leq 1$ $\alpha = \text{In practical } 0.1 \leq \alpha \leq 0.3$
Holt - Model	Level Trend	$F_{t+1} = L_t + T_t,$ $L_{t+1} = \alpha * D_{t+1} + (1 - \alpha) * (L_t + T_t)$ $T_{t+1} = \beta * (L_{t+1} + L_t) + (1 - \beta) * T_t$	$\alpha = \text{Smoothing constant } 0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ $D = \text{Demand}$
Holt - Winters Model	Level Trend	$X_{t,t+1} = a_t * F_{t+\tau-p}$ $a_t = \alpha * \frac{X_t}{F_{t+\tau-p}} + (1 - \alpha) * a_{t-1}$ $F_t = \gamma * \frac{X_t}{a_t} + (1 - \gamma) * F_{t-p}$	$\alpha = \text{Smoothing constant } 0 \leq \alpha, \gamma \leq 1$ $D = \text{Demand}$
Regression	Trend Seasonality	$y_i = \beta_0 + \beta_1 * X_i + \varepsilon_i$	Used when demand is correlated with some known and measurable environmental factor $D(y) = \text{Function } (x1, x2, x3 \dots)$

Fuente: Logyca 2017

Se realizará la evaluación de cada pronóstico bajo medidas de error y de aciertos que se presentan a continuación:

Tabla 10. Tipos de errores

Forecasting error type	Formula	Parameters
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{ e _t}{F_t} \right)}{n}$	$ e _t = F_t - R_t $ $F_t =$ Forecasting Demand in time t $R_t =$ Real Value in time t $n =$ Number of observations
Hits	$Hits = \frac{\sum_{t=1}^n (If \left(\left(\frac{ e _t}{F_t} \right) \leq Max\ Error \right); 1; 0)}{n}$	$ e _t = F_t - R_t $ $F_t =$ Forecasting Demand in time t $R_t =$ Real Value in time t $n =$ Number of observations $Max\ Error =$ Max % Acceptable error

Fuente: Logyca 2017

A continuación, se muestran los resultados de aplicar las diferentes técnicas de forecast a He deforestación, temperatura del Océano y población en Chosica; se coloca el MAPE que debe ser el menor posible, y los Hits o Aciertos (menor a 15 %) que debe ser lo mayor posible. Se selecciona según la columna Select con la letra Y para cada variable.

Tabla 11. Estimaciones de Forecasting de variables independientes

Time Series Tool	HD: He Deforestation			OT: Ocean Temperature			PP: Population Chosica		
	MAPE	Hits	Select	MAPE	Hits	Select	MAPE	Hits	Select
1MovingAve	10,35 %	71 %	N	5,84 %	86 %	N	3,64 %	100 %	N
	9,70 %	67 %	N	6,91 %	83 %	N	4,85 %	100 %	N
	9,85 %	80 %	N	8,12 %	80 %	N	6,01 %	100 %	N
2ExpSmot	7,44 %	78 %	N	6,93 %	89 %	N	3,80 %	100 %	N
3Holt	6,90 %	89 %	N	4,13 %	100 %	N	0,46 %	100 %	N
4Holt Winters	7,11 %	89 %	N	3,08 %	100 %	Y	0,46 %	100 %	N
5 Regression	516 %	100 %	Y	2,47 %	100 %	N	0,46 %	100 %	Y

Fuente: Elaboración propia

3. Estimación de personas damnificadas y requerimiento KG

Sobre la base de la fórmula generada en la regresión 4 que estima las personas damnificadas, se reemplazan los valores pronosticados en los años 2018 al 2021. A continuación, se muestra dicho cálculo, además del cálculo para pasar de cantidad de personas damnificadas a requerimiento de comida en KG.

Tabla 12. Escenarios de personas damnificadas

Año	Bajo	Medio	Alto
2018	1.295	1.295	2.829
2019	1.832	1.832	3.366
2020	1.448	1.448	2.982
2021	3.970	5.504	5.504

	Esc Bajo	Esc Medio	Esc Alto
Max damnificadas próximos 4 años	3.970	5.504	5.504
KG/día / Persona	0,5	0,5	0,5
Lead Time de Ayuda Humanitaria	14	14	14
Max Ayuda Humanitaria en KG	27.787	38.525	38.525

Fuente: Elaboración propia

En todos los escenarios, es posible visualizar que las personas afectadas aumentarán con respecto a los valores históricos, dado que la temperatura del océano y la población de Chosica están aumentando sus valores con respecto a los datos históricos.

Por último, se presenta un cuadro que disgrega la cantidad de kg por cada zona de evacuación; es decir, se ha tomado la cantidad de familias damnificadas según el INEI, y se ha prorrateado los valores de damnificados estimados.

Tabla 13. Demanda de KG estimada por zona de evacuación

Cliente (k)	Location	% Damnificados Estimada	Escenarios		
			Bajo	Medio	Alto
			27.787	38.525	38.525
1	Convento Maristas	2 %	682	945	945
2	Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	8 %	2.153	2.984	2.984
3	Parque Echenique Moyopampa Chosica	8 %	2.095	2.905	2.905
4	Plaza de Armas de Chosica	4 %	1.019	1.413	1.413
5	Centro de Salud San Antonio de Pedregal	19 %	5.201	7.211	7.211
6	Estadio San Miguel	12 %	3.250	4.506	4.506
7	Cetpro Nicolás de Piérola	4 %	1.128	1.564	1.564
8	La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los Últimos Días	3 %	878	1.217	1.217
9	Estadio Del Asentamiento Humano Nicolás De Piérola	27 %	7.448	10.327	10.327
10	Cetpro Nicolás de Piérola	1 %	273	378	378
11	Feria Ex Papelera	4 %	1.169	1.621	1.621
12	Colegio San Carlos	3 %	959	1.330	1.330
13	Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	6 %	1.537	2.131	2.131
Total		100 %	27.787	38.525	38.525

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

- La regresión 4 se eligió dado que se tuvo el mayor valor de coeficiente de correlación (R^2)0,692, frente a los demás que no se tenían valores representativos y alcanzaban valores menores a 0,5.
- En la variable población de Chosica, se obtuvo un MAPE de 0,46 % y en Aciertos menores a 15 % en valor absoluto se obtuvo 100 % en la metodología de regresión, por lo que se concluye que debería estar muy cercano la estimación proyectada a los valores reales.

Capítulo VII. Planeamiento de abastecimiento

En el presente acápite se expondrán el análisis para poder determinar el almacenamiento adecuado de la ayuda humanitaria en el POD que se requiere implementar en Chosica como almacén de primera respuesta.

Primero, se revisará cómo actualmente se realiza el almacenamiento de la ayuda humanitaria; esto permitirá realizar los cálculos de cuántas posiciones se requieren para almacenar lo solicitado.

Por último, en base a la presentación obtenida se realizará el análisis del layout del almacén, áreas específicas para su funcionamiento y el metraje necesario para su puesta implementación.

1. Análisis de almacenamiento

La misión principal de la ayuda humanitaria es que se pueda encontrar lo más cercano al lugar afectado, en la cantidad adecuada y en la presentación más adecuada para que pueda ayudar de la mejor manera a los damnificados.

Gráfico 13. Distribución de bienes de ayuda humanitaria



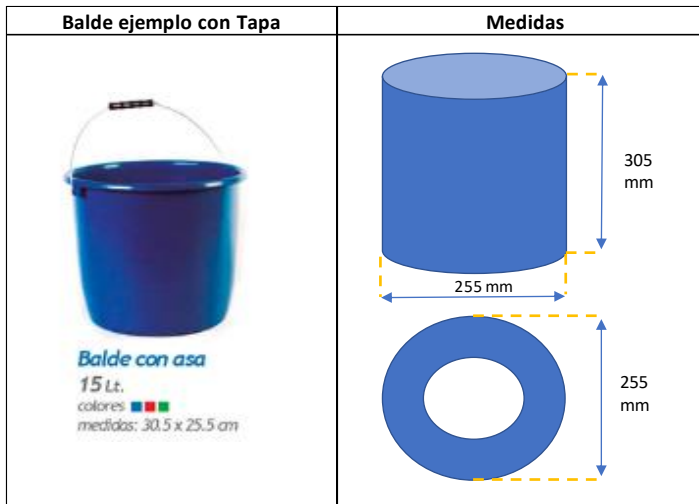
Fuente: Indeci 2019

Se ha podido revisar sendas distribuciones, pero se tomará como referencia la fotografía, dado que en este caso se utilizará un balde de capacidad de 30 kg.

La referencia completa se detalla en el anexo 1. Se recogen los siguientes datos:

- Tipo de contenedor: Balde de plástico con tapa
- Medidas: 305 mm x 255 mm
- Capacidad: 30 kg

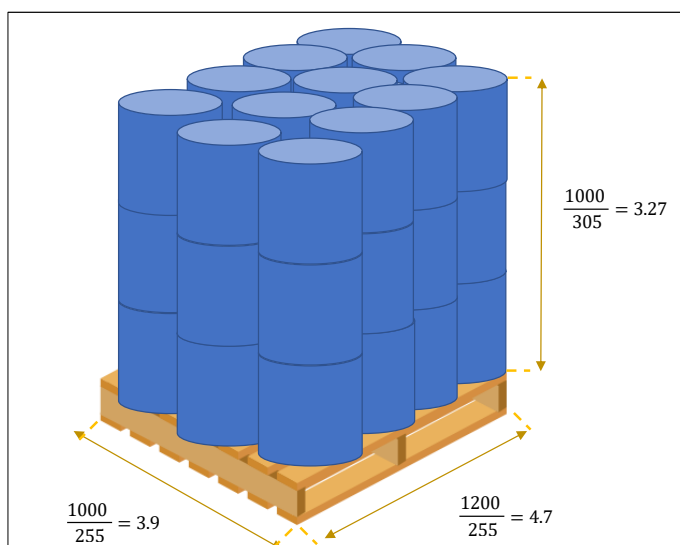
Gráfico 14. Tipología de la presentación



Fuente: Atalanta 2019

Sobre la base de las dimensiones, se procede a realizar el dimensionamiento de cuántos baldes estarían ingresando en un pallet estándar en Perú: 1 m x 1.2 m.

Gráfico 15. Cubicaje de pallet



Fuente: Elaboración propia

Sobre el dimensionamiento que se ha realizado, se cuenta que ingresan 36 baldes, se presenta un cuadro resumen con los valores en m², m³ y kg por pallet.

Tabla 14. Posiciones requeridas para almacenamiento

Baldes por posición			Cantidad de Baldes	Área (m2)	Volumen (m3)	Peso (Kg)
Largo	Ancho	Alto				
3	4	3	36	1.2	1.2	1,080

Escenarios	Peso (Kg)	Posiciones totales	Posiciones en piso (Rack x 3 pallets)
Escenario Bajo	27,787	26	9
Escenario Alto	38,525	36	12

Fuente: Elaboración propia

1.1.Principales procesos en el almacén

Se ha detectado que el almacén de ayuda humanitaria requiere principalmente tres procesos centrales:

- Recepción de mercadería: Se debe recepcionar la mercadería según la demanda que se va a requerir. En este caso se cuenta con dos opciones: como escenario de bajo requerimiento de 28 TM y de alto 38.5 TM. La recepción de mercadería provendrá de los almacenes de Indeci una vez realizado el pedido según los requerimientos. Se debe desarrollar un procedimiento que contemple la revisión documentaria y física del material. Se desarrolla en el anexo 2, como un piloto propuesto para el proceso de recepción de mercadería.
- Despacho de mercadería: El proceso principal del almacén es el despacho de mercadería con la mayor premura hacia la zona afectada. Inicia con el transporte acercándose al almacén para proceder con el despacho. El proceso inicia con la llegada de los transportistas y luego se procede a realizar el despacho de la cantidad demandada aproximada por cada zona de evacuación. El procedimiento completo se encuentra en el anexo 3.
- Procedimiento de inspección de mercadería: La inspección de mercadería es una actividad habitual en todo almacén, sobre todo si este resguarda alimentos no perecibles. La inspección inicia cuando el supervisor o encargado de conteo extrae del sistema los *stocks* a nivel de lote, cantidad, códigos y fecha de vencimiento. Con esta información realiza inventarios para

identificar diferencias a nivel de kilogramos y a nivel de vencimientos. Una vez detectadas las inconsistencias se realizan los ajustes del inventario.

Cabe recalcar que la gestión de caducados es clave en logística humanitaria, dado que los encargados del almacén deben ser cuidadosos de poder gestionar antes de que caduquen los productos y tomar decisiones respecto de ellos. Se coloca en el procedimiento que se implemente una política de no contar con productos que contengan como máximo seis meses de vigencia. En el anexo 4 se engloba lo detallado.

1.2. Análisis de relación entre zonas del almacén

De acuerdo con los procesos levantados, se analizarán para poder determinar qué áreas es importante ubicar una al costado de la otra. Para ello, se utilizará una metodología de relaciones. Se presenta a continuación el criterio por el cual se evaluará cada relación entre zonas del almacén.

Tabla 15. Tabla de criterios de relación de actividades

Tipo de Relación	Definición
A	Absolutamente Necesario
E	Especialmente Necesario
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin Importancia
X	No deseable

Fuente: Muther 1970

Se presenta también los motivos por los cuales se está evaluando la relación entre las diferentes zonas que debe contar el almacén.

Tabla 16. Tabla de motivos de relación entre áreas

Código	Motivos
1	Flujo de Materiales
2	Facilidad de Supervisión
3	Personal
4	Contacto necesario
5	Conveniencia

Fuente: Muther 1970

A continuación, se muestra el resultado del análisis de cada zona del almacén versus todas las demás, sobre la base de los criterios antes indicados.

Tabla 17. Tabla relacional de actividades

Tabla relacional de actividades	Z1 - Oficina Administrativa	Z2 - Vestuarios	Z3 - Recepción	Z4 - Armado de Baldes	Z5 - Almacenamiento	Z6 - Despacho
Z1 - Oficina administrativa		E 3	A 1	U -	O 2	O 2
Z2 - Vestuarios	E 3		U -	U -	U -	U -
Z3 - Recepción	A 1	U -		O 2	U -	U -
Z4 - Armado de Baldes	U -	U -	O 2		A 1	E 5
Z5 - Almacenamiento	O 2	U -	U -	A 1		A 1
Z6 - Despacho	O 2	U -	U -	E 5	A 1	

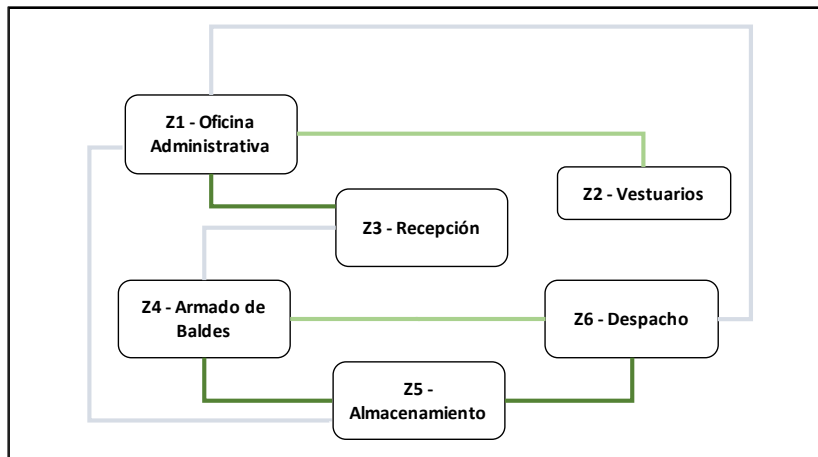
Fuente: Muther 1970

Sobre la base de la tabla relacional se concluye lo siguiente:

- Absolutamente necesario: Las relaciones entre la Z3 – Recepción y y Z2 – Vestuarios, Z4 – Armados de baldes y Z5 – Almacenamiento, y la Z5 – Almacenamiento y Z6 – Despacho.
- Especialmente necesario: La relación entre Z1 – Oficina administrativa y Z2 – Vestuarios, y Z4 – Armado de baldes y Z6 – Despacho.

Para poder visualizar mejor se presenta el diagrama relacional de actividades:

Gráfico 16. Diagrama relacional de actividades



Fuente: Muther 1970

1.3. Generación de *layout*, evaluación de riesgos e implementación de políticas

Se presenta los siguientes dos diseños con relación al *layout* del almacén:

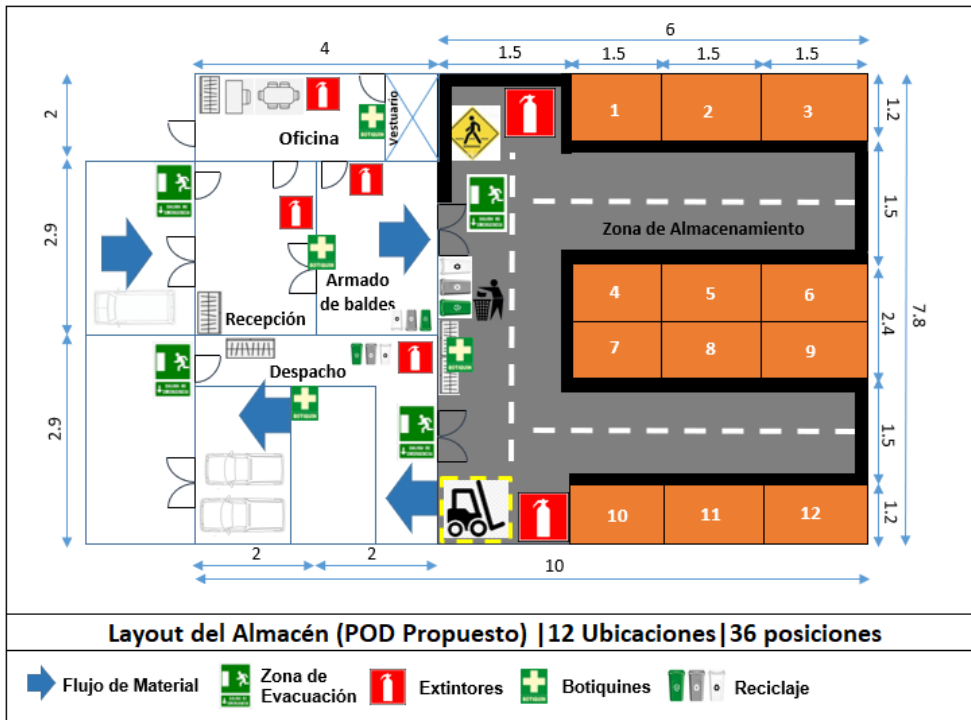
Layout del almacén propuesto:

- La capacidad de almacenamiento de paletas debe ser entre 26 y 36 paletas.
- Debe respetarse la relación entre las diversas áreas clave definidas con el mapa relacional de actividades presentados anteriormente.
- Se delimitan las zonas peatonales y las zonas de movimiento de montacargas en la zona de almacenamiento.
- Se indican en flechas azules el flujo de materiales.
- Se añade zonas de extintores y botiquines.
- Se añade zonas de reciclaje para contener los diferentes desechos.
- Se considera zona de estacionamiento de equipos móviles (montacargas).
- Se incluyen las medidas propuestas en base a las medidas de paletas.

Layout con mapa de riesgos, equipos de emergencia y evacuación:

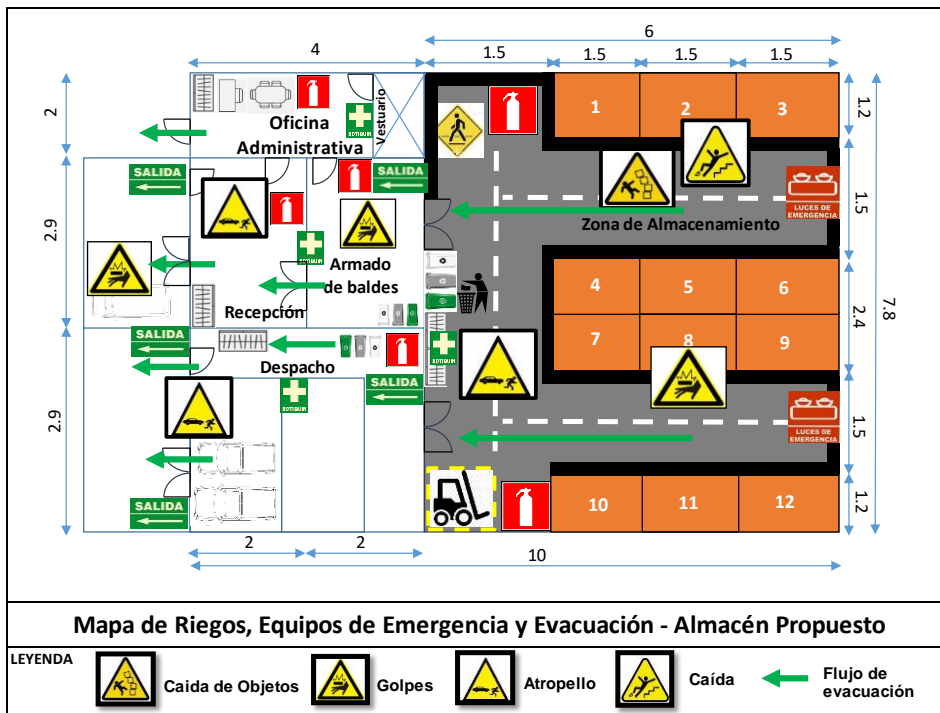
- Se añade análisis de riesgos críticos en cada área del almacén.
- Se indica en flechas verdes el flujo de evacuación.

Gráfico 17. Layout del almacén propuesto



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18. Mapa de riesgos, equipos de emergencias y evacuación



Fuente: Elaboración propia

Sobre la base de los riesgos detectados en el mapa de riesgos, se procederá a evaluar para poder adoptar políticas que atenúen estos riesgos cuando se implemente el almacén.

Se adoptará la metodología de matriz básica de evaluación de riesgos:

Tabla 18. Criterios para estimar la matriz de evaluación de riesgos

Nivel de riesgo		Descripción	Plazo de medida correctiva
	ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
			A	B	C	D	E
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
FRECUENCIA							

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la matriz de IPER (identificación de peligros y evaluación de riesgos):

Tabla 19. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Zona	Peligros	Riesgos	Evaluación de Riesgos			Jerarquía de Control E: Eliminación S: Sustitución CI: Controles de Ingeniería CA: Controles Administrativos (Capacitación, procedimientos, señalización) EPP: Equipos de Protección Personal	Reevaluación			Acción de Mejora
			Nivel Probabilidad (P)	Nivel Severidad (S)	Clasific de Riesgo (P x S)		P	S	PxS	
Zona de Almacenamiento	Manipulación de mercadería en nivel 2 y 3	Caída a diferente nivel	C	2	8	CI: Enganchar el arnés a línea de vida.	D	4	21	* Implementar línea de vida en niveles 2 y 3, concientizar el uso de arnés y línea de vida en trabajadores.
Zona de Almacenamiento	Probable caída de objetos de niveles superiores	Caída de objetos	C	3	13	CA: Se realiza inspecciones Internas de Seguridad (Libres los accesos, pisos en buenas condiciones)	D	4	21	*Generar cronograma semanal de inspecciones por supervisión y colaboradores
Zona de Almacenamiento	Atropello por montacargas	Atropello por equipos móviles	C	2	8	CI: Implementar a los montacargas sonido al retroceso y bombillas para luz. CA: Se deben realizar capacitaciones a operarios para transitar en zonas peatonales autorizadas. CA: Se deben realizar capacitaciones a montacarguistas para transitar en zonas de tránsito autorizadas.	D	3	17	*Implementar sonido y luces a montacargas al retroceso *Implementar temas de tránsito en almacén a capacitación anual
Zona Armado de Baldes	Lesión por golpes	Golpes	C	3	13	CA: Se realiza inspecciones Internas de Seguridad (Se verifica operatividad). CA: Uso de guantes para su función	D	3	17	* Cumplir con Políticas de ergonomía adoptadas por la compañía
Zona de Recepción	Atropello por camion	Atropello por equipos móviles	C	2	8	CI: Delimitar la zona de ingreso de montacargas con caballetes CA: Se deben realizar capacitaciones a transportistas autorizados para que estacionen en zonas autorizadas. CA: Se deben realizar capacitaciones a montacarguistas y operarios para transitar en zonas de tránsito autorizadas.	D	3	17	*Implementar construcción de caballetes *Implementar capacitaciones anuales a transportistas, montacarguistas y operarios.
Zona de Despacho	Atropello por camion	Atropello por equipos móviles	C	2	8	CI: Delimitar la zona de ingreso de montacargas con caballetes CA: Se deben realizar capacitaciones a transportistas autorizados para que estacionen en zonas autorizadas. CA: Se deben realizar capacitaciones a montacarguistas y operarios para transitar en zonas de tránsito autorizadas.	D	3	17	*Implementar construcción de caballetes *Implementar capacitaciones anuales a transportistas, montacarguistas y operarios.

Fuente: Elaboración propia

2. Análisis de distribución

En el área de distribución del material hay que tener en cuenta que se trata de una distribución atípica, dado que es un evento que ocurre de improviso. El presente estudio no pretende profundizar en la estrategia de distribución; sin embargo, se mencionan los posibles vehículos que puedan apoyar con la distribución de la comida.

Tabla 20. Tipos de vehículos para distribución de ayuda humanitaria

Tipo	Station Wagon	Pick Up	Furgón
Fotografía			
Capacidad	750	3.500	De 1.5 TM a más

Fuente: Elaboración propia

3. Conclusiones

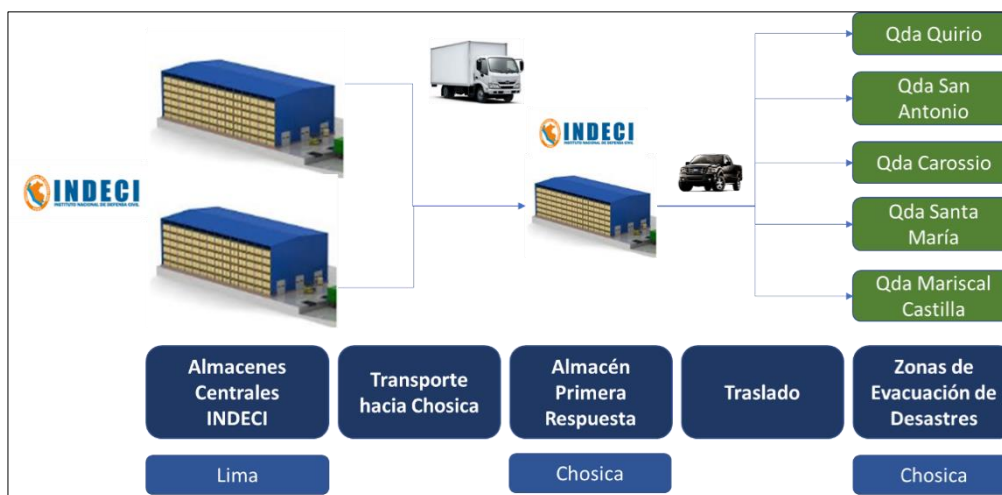
- En el presupuesto de implementación del almacén se debe de considerar la implementación de las observaciones que se han levantado en el IPER.
- En la gestión de distribución, dado que es un tema de urgencia, se entiende que debe de poder gestionarse transportes de la zona, por lo que se revisaron las capacidades de camionetas, *pick ups* y furgones, pero igual se presupuestarán los gastos de los mismos.
- La distribución de almacenes en el *layout* contempla la relación que deben tener de acuerdo con los procesos de recepción, supervisión y despacho, por lo que el armado de baldes es prioritario que esté cerca del almacén y del despacho.
- El presente *layout* contempla 12 posiciones que almacenarán 36 paletas como máximo, por lo que este *layout* servirá para almacenar el escenario bajo de 26 paletas como el escenario alto de 36 paletas.

Capítulo VIII. Cadena de logística humanitaria

En el presente capítulo se presenta la cadena de logística humanitaria para abastecimiento de *stock* de primera respuesta de Chosica. Se definirán y delimitarán los actores que intervienen en esta cadena. Asimismo, se definirán sus principales roles e importancia dentro de la cadena. Se presentan, además, todos los datos logísticos como distancias entre los almacenes, inversiones, gastos y costos logísticos relacionados a la operación.

A continuación, se presenta la cadena de logística humanitaria con tres actores principales: Almacenes Centrales Indeci, Almacén de Primera Respuesta o POD y las zonas de evacuación (ZE) correspondientes a cada quebrada.

Gráfico 19. Cadena de logística humanitaria Chosica



Fuente: Elaboración propia

1. Principales actores en la cadena

En el presente acápite se desarrollan los principales actores de la cadena: Almacenes Centrales Indeci, POD propuestos y ZE:

- Almacenes Indeci: Se deben revisar los almacenes más cercanos de Indeci y que proveerán de recursos al almacén de primera respuesta.

Se presenta a continuación los almacenes más cercanos al Callao, Lima Metropolitana y provincias.

Tabla 21. Principales almacenes Indeci

INDECI's warehouses (i)	Address of warehouses	District / Province	Capacity	Coordinates in Map	
				X	Y
1	Almacén General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017	Callao - Lima	Ilimitada	-12.04989	-77.11221
2	Av. Elmer Faucett 3970-Callao (ALMACEN 1)	Callao - Lima	Ilimitada	-12.01085	-77.11095
3	Av. Elmer Faucett cuadra 39 (ALMACEN 2)	Callao - Lima	Ilimitada	-12.01085	-77.11095
4	Ex Mercado del Pueblo "San Isidro" intersección del Jr. Abelardo Quiñonez y Psje. Leoncio Prado - Huancayo	Huancayo - Huancayo	Ilimitada	-12.04781	-75.21717

Fuente: Indeci 2019

- Almacenes de primera respuesta o POD: Son los POD que se está evaluando implementar; para facilidad del estudio se requiere reubicar tres de ellos, por lo que se proponen, como referencia, los siguientes:

Tabla 22. POD propuestos

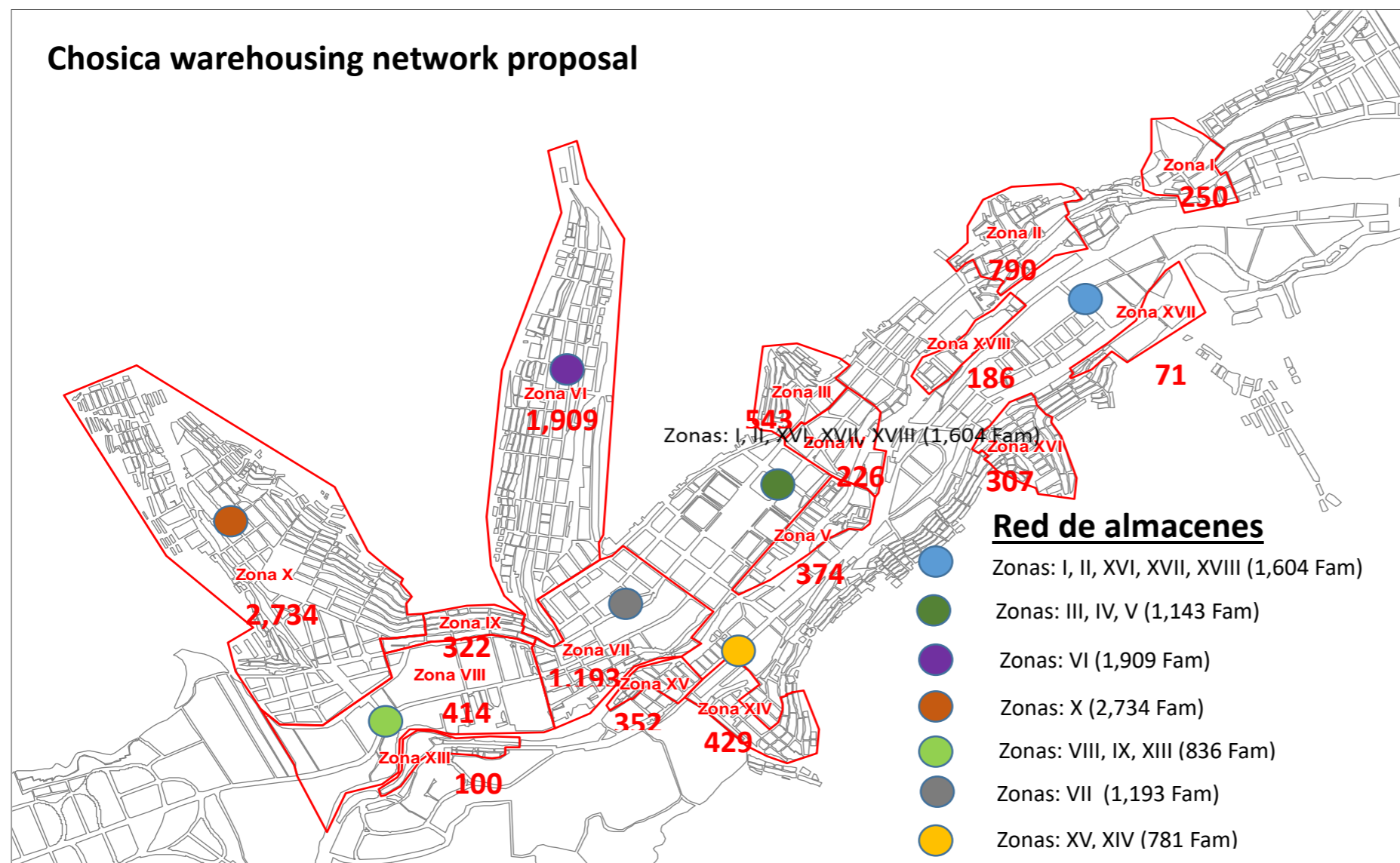
# POD Propuesto	Propose POD's	Coordinates in Map	
1	Cruce Av. Hipólito Hunanue con Av. Ayacucho	-11.9413	-76.7105
2	Compañía De Bomberos Chosica	-11.9366	-76.6942
3	Hospital José Agurto Tello - Chosica	-11.9342	-76.6933

Fuente: Elaboración propia

- ZE: Son los puntos cercanos o dentro de las quebradas que rodean el pueblo de Chosica, las cuales son propensas a generar huaicos.

Se debe tener en cuenta que en los anexos (desde el 5 hasta el 12) se detallan todos los puntos. A continuación, se indican en el mapa de Chosica los puntos de las ZE.

Gráfico 20. Mapa general de Chosica con ZE



Fuente: Elaboración propia

Se presenta entonces la consolidación de ubicación propuesta que actúe como centro de atención médica y refugio de los más desamparados. Además, se ha obtenido las coordenadas de cada centro. Véase como ejemplo el anexo 5.

Tabla 23. Consolidado de ZE

Ubicación propuesta	Familias	X	Y
Convento Maristas	250	-11.916629	-76.670438
Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	790	-11.924979	-76.685336
Parque Echenique Moyopampa Chosica	769	-11.933666	-76.693491
Plaza de Armas de Chosica	374	-11.936827	-76.696518
Centro de Salud San Antonio de Pedregal	1,909	-11.933968	-76.703162
Estadio San Miguel	1,193	-11.939065	-76.701619
Cetpro Nicolás de Piérola	414	-11.943826	-76.708888
La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los Últimos Días	322	-11.942039	-76.706541
Estadio Del Asentamiento Humano Nicolás De Piérola	2,734	-11.938365	-76.712753
Cetpro Nicolás de Piérola	100	-11.943826	-76.708888
Feria Ex Papelera	429	-11.940127	-76.696116
Colegio San Carlos	352	-11.939751	-76.698083
Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	564	-11.93105	-76.687575

Fuente: Elaboración propia

2. Principales distancias entre actores logísticos

A continuación, se presentan las distancias entre actores logísticos, calculadas en kms desde la aplicación de Google Maps según las coordenadas geográficas:

Tabla 24. Distancia entre almacenes de Indeci y POD propuestos

INDECI's warehouses (i)	Adress of warehouses	Distances (Km) - Calculadas en Google Maps		
		Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho	Compañía De Bomberos Chosica	Hospital José Agurto Tello - Chosica
1	Almacen General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017	51.60	51.30	51.60
2	Av. Elmer Faucett 3970-Callao (ALMACEN 1)	53.00	52.70	53.00
3	Av. Elmer Faucett cuadra 39 (ALMACEN 2)	53.00	52.70	53.00
4	Ex Mercado del Pueblo "San Isidro" interseccion del Jr. Abelardo Quiñonez y Psje. Leoncio Prado - Huancayo	259.00	260.00	259.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Distancias entre POD propuestos/ZE

Cliente (k)	Location	Distances (Km) - Calculate in Google Maps		
		Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho	Compañía De Bomberos Chosica	Hospital José Agurto Tello - Chosica
1	Convento Maristas	6.00	4.20	3.80
2	Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	3.70	1.80	1.40
3	Parque Echenique Moyopampa Chosica	2.50	0.60	0.12
4	Plaza de Armas de Chosica	1.90	0.50	0.60
5	Centro de Salud San Antonio de Pedregal	1.80	1.70	1.80
6	Estadio San Miguel	1.20	1.10	1.30
7	CETPRO Nicolas de Pierola	0.45	2.20	2.20
8	La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los últimos días	0.90	1.80	2.00
9	Estadio Del Asentamiento Humano Nicolas De Pierola	0.55	2.90	2.80
10	CETPRO Nicolas de Pierola	0.45	2.00	2.20
11	Feria Ex Papelera		0.55	0.90
12	Colegio San Carlos	1.50	0.70	0.95
13	Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	1.90	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

3. Inversiones, gastos y costos logísticos

Los costos aquí presentados son extraídos de una encuesta entre responsables de operadores logísticos y centros de distribución:

- Costo de estiba de material: $0.0118 \left(\frac{USD}{Kg}\right)$ para todos los POD
- Inversión en acondicionamiento: Se cuenta con dos escenarios simulando el alquiler y gestión como costo de operador logísticos, y unos costos de implementar el almacén en su totalidad.

Tabla 26. Consolidado de costos de inversión POD

	Cruce de Av. Hipólito Hunanue con Ayacucho	Compañía De Bomberos Chosica	Hospital José Agurto Tello - Chosica
M2	78	78	78
Tipo de Implementación	Costo por operador logístico	Costo por operador logístico	Implementación
Inversión Inicial (500 \$/m2)			\$ 39,000
Plazo depreciación			30
Gasto por Implementar 1 Año			\$ 1,300
Alquiler solo terreno (3 US\$/m2)			\$ 2,808
Operador Logístico (7 US\$/m2)	\$ 6,552	\$ 6,552	
Total gastos por 1 año	\$ 6,552	\$ 6,552	\$ 4,108

Fuente: Elaboración propia

- Costos logísticos de transporte de ingreso y salida de los POD: Se detalla a continuación el consolidado de costos de transporte sobre la base de cotizaciones realizadas por proveedores que operan en la parte sur de Lima.

Tabla 27. Consolidado de costos de transporte

	Transportation Quotation	Transportes Nelita S.A.	Transecargo del Peru S.A.C.	Grupo Duve Servicios Generales S.A.C.
Ruta	Peso	5,000	5,000	5,000
	Volumen	40 m3	40 m3	40 m3
Callao - Chosica	Transportation Cost Callao - Chosica	\$ 213	\$ 320	\$ 381
	Promedio Distancia (Km)	55	55	55
	Cost (USD /(Km*Kg)	\$ 0.00078	\$ 0.00116	\$ 0.00139
Huancayo - Chosica	Transportation Cost Huancayo - Chosica	\$ 329	\$ 305	\$ 344
	Promedio Distancia (Km)	260	260	260
	Cost (USD /(Km*Kg)	\$ 0.00120	\$ 0.00111	\$ 0.00125
Chosica - Chosica	Transportation Cost Chosica - Chosica	\$ 152	\$ 183	\$ 168
	Promedio Distancia (Km)	2	2	2
	Cost (USD /(Km*Kg)	\$ 0.01605	\$ 0.01926	\$ 0.01765

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

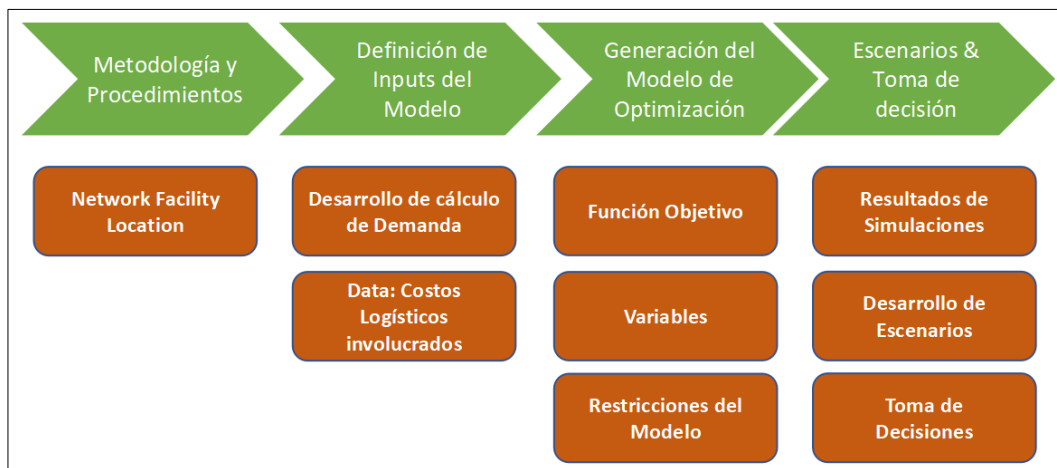
- Para los costos de transportes se utilizarán los más económicos:
 - Callao – Chosica: $\$0.00078 \left(\frac{USD}{Kg*Km}\right)$
 - Huancayo – Chosica: $\$0.00111 \left(\frac{USD}{Kg*Km}\right)$
 - Chosica – Chosica: $\$0.01605 \left(\frac{USD}{Kg*Km}\right)$
- El costo de almacenamiento será como un operador logístico para los POD 1 y 2, pero para el POD 3 se tomará en cuenta simularlo como se estuviera construyendo un almacén desde 0.

Capítulo IX. Planeamiento de suministro y almacenamiento

1. Introducción

Este capítulo describe la metodología que se utilizará para resolver el problema de minimizar los costes de logística de la cadena humanitaria de Chosica.

Gráfico 21. Flujo general del proceso de optimización



Fuente: Elaboración propia

Según la presentación del diagrama anterior, se cuenta con cuatro fases:

- 1) Metodología y procedimientos: Se presenta la metodología de Network Facility Location y la importancia de su utilización para la resolución del caso.
- 2) Definición de *inputs* al modelo matemático: Se definirán los *inputs* requeridos por el modelo, de qué tipo son y sus unidades de medidas, además de cómo se han realizado los cálculos y los supuestos.
- 3) Generación del modelo: Se explicará la generación de la lógica: (a) Función objetivo, (b) Definición de variables y (c) Definición de restricciones.
- 4) Escenarios y toma de decisión: Se divide en tres secciones: Resultado de las simulaciones, desarrollo de escenarios y la toma de decisiones.

2. Metodología de Network Facility Location

Se presentan los controladores logísticos del desempeño de una cadena de suministro según Chopra y Meindl (2008).

Tabla 28. Controladores logísticos y sus principales componentes de decisión

Controlador logístico	Rol	Componentes de decisión
Instalaciones	Define la capacidad de Respuesta y eficiencia	Tipo de almacenes: flexibles, dedicadas o combinación En función a producto o funciones Tipo de almacenes: reparto directo o almacenamiento
Ubicación	Dónde ubicar el almacén Capacidad en dicha ubicación	Métricas: Capacidad, utilización, tiempo de procesamiento, costo de producción, pérdidas de calidad Capacidad de respuesta
Inventario	Rol: Reducir el costo por economías de escala Mucho inventario: Incrementa capacidad de respuesta Poco inventario: Mejora la rotación del producto	Inventario de ciclo, inventario de seguridad, inventario estacional, nivel de disponibilidad del producto
Transporte	Capacidad de respuesta hacia nuestros clientes Tipo de transporte también afecta la eficiencia Reabastece y mantiene equilibrio en la cadena	Diseño de una red de transporte Elección del modo de transporte Métricas relacionadas del transporte: Costo promedio e transporte entrante o saliente
Información	Rol en la cadena: Ayuda a mejorar la utilización de activos Ayuda a incrementar la capacidad de respuesta o disponibilidad del producto, facilitar reparto directo o reducir gastos de inventario y transporte Estrategico: Satisfaga mejora necesidades de clientes a menores costes	Empuje frente a tirón Coordinación y compartimento de información Planeación de ventas y operaciones Habilitación de tecnologías Métricas relacionadas con la operación
Aprovisionamiento	Rol en cadena: Proceso para adquirir productos o servicios Estrategico: Afectan eficiencia y capacidad de respuesta	Tarea realizada en casa o subcontratada Selección de proveedor Adquisición Métricas relacionadas con el aprovisionamiento: Días pendientes por pagar, precio de compra promedio, cantidad de compra promedio

Fuente: Chopra y Meindl 2008. Elaboración propia

A continuación, se revisa los objetivos principales del presente estudio:

- Seleccionar la mejor ubicación del almacén de primera respuesta: Dado que optimizar la logística de apertura de almacén y los costos involucrados, además tener en cuenta que debe estar en una zona accesible y que no presente inconveniente cuando se genere un huaico. Mientras más eficientes sean los procesos logísticos a lo largo del territorio peruano, serán más viables para poder implementarse.

- Seleccionar la capacidad adecuada: Es decir, este almacén debe contar con el suficiente espacio para poder almacenar lo requerido en el tiempo de la crisis.

Sobre la base de lo requerido del proyecto, se evalúa cuál controlador logístico se estaría priorizando en este caso. Por ello, se propone la siguiente metodología de evaluación:

- Cada ítem de los dos definidos anteriormente será evaluado contra cada controlador logístico para ver su relevancia en la solución a plantear.
- Las notas se realizarán del orden (1) si es altamente correlacionado o (0) si es bajo o nada correlacionado; es decir, los criterios con los puntajes más altos son los que cuentan con mayor correlación por ende mayor relevancia en el estudio.

Tabla 29. Evaluación de principales controladores logísticos

Controladores logísticos	Requerido en el proyecto		Nota
	Seleccionar la mejora ubicación del almacén de primera respuesta	Seleccionar la capacidad adecuada	
Instalaciones	1	1	2
Ubicación	1	0	1
Inventario	0	0	0
Transporte	0	0	0
Información	0	0	0
Aprovisionamiento	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación, los controladores que generan mayor impacto son instalaciones y ubicación, dado que instalaciones obtuvo el mayor puntaje (2) y ubicación (1).

Se elige, entonces, utilizar la metodología de Network Facility Location porque este modelo matemático prioriza la maximización de recursos dentro de una red, se centra en el cálculo de la ubicación geográfica que minimice los costos logísticos de la cadena de logística humanitaria.

3. Definición de *inputs* del modelo

En esta sección se definirán los principales *inputs* al modelo, desarrollando los conceptos de cada uno de ellos:

- Entidades (*Index*): define entidades como proveedores, centros de distribución, grandes almacenes.

- *Input Data (parameters)*: Todos los datos necesarios para desarrollar el modelo como distancias; costos de transporte entrantes y salientes; capacidad de POD, proveedores y clientes.

4. Generación del modelo de optimización

En esta sección se analiza la lógica y la generación del programa. La lógica parte por definir las consideraciones que debe tener el programa para poder generar una solución factible.

Se desarrollan las principales partes que se deberían considerar:

- *Función objetivo (Objective Function)*: Por ejemplo, si se requiere minimizar los costos, se deben acumular en una fórmula todos los costos de esta red logística que se llamará costos totales. Esta función es crítica, dado que sobre la base de ella el modelo se maximizará o minimizará, debiéndose mapear que la función objetivo contemple todos los costos involucrados para obtener una decisión coherente.
- *Variables (Variables)*: Son aquellos parámetros que le decimos al modelo que busque los valores que minimicen o maximicen la función objetivo; por ejemplo: qué centros de distribución se deben aperturar del listado propuesto, o con qué capacidad de almacenamiento debe contar, o de qué fábrica vamos a abastecer los pedidos en kg de los clientes.
- *Restricciones (Constraints)*: Se definen las limitantes operativas de este modelo, de capacidades o de gestión; por ejemplo, tiempos máximos de operación, máxima capacidad de los almacenes o fábricas.

5. Escenarios y toma de decisión

En este paso final, es posible generar escenarios de criticidad como bajo, medio y alto; o escenarios pesimista y optimista con la finalidad de tomar la mejor decisión sobre la base de la información analizada en la operación.

6. Conclusiones

Se sustenta la utilización de la metodología de Network Facility Location, dado que minimiza los recursos en una operación logística (red), y ello es requerido de acuerdo con los objetivos del presente trabajo.

Capítulo X. Planeamiento de compras y suministros

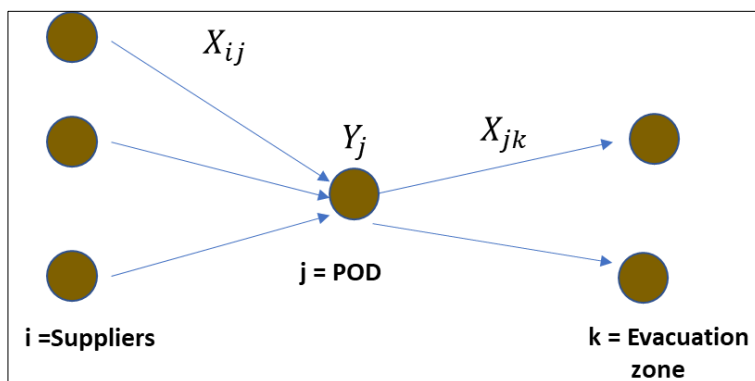
En el capítulo VI se presentó el desarrollo de la metodología de Network Facility Location explicada por el Post - Doctoral Researcher Sergio A. Caballero, que es miembro de Megacity Logistics Lab del Massachusetts Institute of Technology (MIT).

1. Modelo matemático

Primero, como se detalló en la parte de descripción del modelo de Network Facility Location, busca minimizar los costos logísticos de una cadena de suministros. Para ello se define la formulación del modelo matemático de acuerdo con la cadena humanitaria de Chosica.

En el siguiente gráfico se ha generado el marco general de la formulación matemática:

Gráfico 22. Marco general de la formulación matemática



Fuente: Elaboración propia

Indexes (principales actores):

(1) Almacenes de INDECI = i ;

< Son los almacenes definidos de Indeci autorizados para poder proveer de ayuda humanitaria más cercanos a Chosica.>

(2) POD Propuestos = j ;

< como se detalló son los puntos de distribución propuestos para albergar la ayuda humanitaria demandada de las zonas de evacuación.>

(3) Zonas de Evacuación = k ;

< Se han definido como las zonas de evacuación mapeadas dentro o cercanas a las zonas de evacuación.>

Input Data (*Parameters*):

$dInb_{ij}$ = Distancia (Km) desde Almacén de INDECI i to POD j , $\forall i, j$

<Son todas las distancias en km desde cada almacén de Indeci a cada uno de los POD.>

$dOut_{jk}$ = Distancia (Km) desde POD j hacia Zona de Evacuación k , $\forall j, k$

<Son todas las distancias en km desde cada almacén de POD a cada uno de los puntos definidos de las ZE.>

$CInb_{ij}$ = Costo de Transporte $\left(\frac{USD}{Km * Kg}\right)$ desde Almacén INDECI i hacia POD j , $\forall i, j$

<El costo de transporte viene definido por $\left(\frac{USD}{Km * Kg}\right)$ para poder cuantificar cuánto costaría el costo en US\$ por transportar una distancia en km con un peso determinado en kg desde el almacén Indeci hasta los puntos POD propuestos.>

$COut_{ij}$ = Costo de Transporte $\left(\frac{USD}{Km * Kg}\right)$ desde POD j hacia Zona de Evacuación k ,
 $\forall j, k$

<El costo de transporte viene definido por $\left(\frac{USD}{Km * Kg}\right)$ para poder cuantificar cuánto costaría el costo en US\$ por transportar una distancia en km con un peso determinado en kg desde los puntos POD hasta las ZE.>

A_j = Inversión Inicial POD j (USD), $\forall j \in S$

<Son los costos en que se incurren en implementar de cada POD.>

R_j = Renta por alquiler POD j (USD), $\forall j \in S$

<Son todos los costos de alquiler por el uso de cada POD.>

S_j = Suministros disponibles en POD j (Kg), $\forall j \in S$

<Es la cantidad máxima de almacenamiento suministros expresados en kg en cada POD.>

D_k = Demanda en Zona de Evacuación k (Kg), $\forall k \in D$

<Es la demanda de cada ZE estimada en kg.>

M = Un número grande, pero no tan grande!

<Es un número muy grande, generalmente la demanda total dado que en este ejemplo sería la mínima cantidad de atención.>

P_{min} = Mínimo número de POD requeridos para aperturar

<Son la cantidad mínimo de POD requeridos de apertura.>

P_{max} = Máximo número de POD requeridos para aperturar

<Son la cantidad máxima de POD requeridos de apertura.>

$PNorte_{min}$ = Mínimo número de POD requeridos zona norte

<Son la cantidad mínimo de POD requeridos de apertura en la zona norte de Chosica (parte norte de Chosica delimitada por cause de río que tiene riesgo de desborde).>

$PSur_{min}$ = Mínimo número de POD requeridos zona sur

<Son la cantidad mínimo de POD requeridos de apertura en la zona sur de Chosica (parte sur de Chosica delimitada por cause de río que tiene riesgo de desborde).>

Variables:

X_{ij} = Peso de ayuda humanitaria (Kg) desde Almacén de INDECI i to POD j , $\forall i, j$

<Esta variable contiene el peso en kg que se va a trasladar de un almacén de Indeci hasta un POD j ; es decir, todas las rutas que cuenten con 0 kg de traslado se entenderán que no se utilizarán dichas rutas, si cuenta con cantidades mayor a 0 kg, se utilizarán estas rutas.>

X_{jk} = Peso de ayuda humanitaria (Kg) desde POD j hacia Zona de Evacuación k ,
 $\forall j, k$

<Esta variable contiene el peso en kg que se va a trasladar desde un POD j hasta cada ZE; es decir, todas las rutas que cuenten con 0 kg de traslado se entenderán que no se utilizarán dichas rutas, si cuenta con cantidades mayor a 0 kg, se utilizarán estas rutas.>

$Y_j = 1$ si POD j se apertura; $= 0$ si POD se cierra, $\forall j \in S$

<Esta variable nos indicará si se apertura o no cada POD; si se apertura indicará el valor de 1, si contiene el valor 0 es que no se abrirá; se establece para cada POD propuesta.>

1.1. Definición de la función objetivo

Esta función permite estimar el POD más eficiente en costos, genera esta función que minimice el costo total de implementación del almacén, abastecimiento y distribución de ayuda humanitaria (Kg) desde los almacenes de INDECI (i) hacia las zonas de evacuación (k).

$$\text{Min } z = \sum \sum dInb_{ij} * CInb_{ij} * X_{ij} + \sum \sum dOut_{ij} * COut_{ij} * X_{jk} + \sum A_j * Y_j$$

(1) $\text{Min } z$ = Es la suma de todos los costos asociados, para la función se optará por la minimización de estos costos

(2) Suma de costos de abastecimiento desde los almacenes Indeci hasta los POD:

$$\sum \sum dInb_{ij} * CInb_{ij} * X_{ij}$$

<Se suman todos los costos de distribución desde los almacenes de Indeci hasta los POD, dado que sumamos todos estos costes de abastecimientos, el sistema elegirá los costes más económicos.>

(3) Suma de costos de distribución de los POD hasta Zonas de Evacuación: $\sum \sum dOut_{ij} *$

$$COut_{ij} * X_{jk}$$

<Se suman todos los costos de distribución desde los almacenes de Indeci hasta los POD, dado que sumamos todos estos costes de abastecimientos, el sistema elegirá los costes más económicos.>

(4) Costos de inversion e implementación del lugar elegido:

$$\sum A_j * Y_j$$

< Se suman cada coste de Inversión por Implementación de cada almacén multiplicados por si se apertura o no cada POD; es decir, si se apertura se imputará el costo, si no se apertura el coste será 0.>

(5) Costes de alquiler de los POD:

$$\sum R_j * Y_j$$

<Se suman cada coste de renta por concepto de alquiler multiplicados por si se apertura o no cada POD; es decir, si se apertura se imputará el costo, si no se apertura el coste será 0.>

• Restricciones del modelo:

Son todas las restricciones del modelo de carácter de política de la compañía, capacidades físicas, limitaciones de capacidad de almacenamiento entre otras.

(1) Capacidad de POD: $\sum X_{jk} \leq S_j, \forall j \in S$

<Nos indica que la suma de distribuciones en KG ($\sum X_{jk}$) de cada POD j es como máximo igual o menor a la capacidad de cada POD j.>

(2) Demanda de Zonas de Evacuación: $\sum X_{jk} \geq D_k, \forall k \in D$

<Nos indica que la suma de abastecimiento en KG ($\sum X_{jk}$) de cada POD j debe ser como mínimo igual o mayor a la demanda de cada Zona de evacuación k.>

(3) Logical of linking constraint entre X_{jk} 's and Y_j 's: $X_{jk} - A_j * Y_j \leq 0, \forall j, k$

<Asegura que no abastezca innecesariamente un POD no aperturado: (1) Si se apertura el POD $Y_j = 1$, en este caso dado que A_j será la cantidad máxima de abastecimiento, se podrá abastecer como máximo dicha cantidad para que no se vuelva positiva la ecuación; (2) Si no se apertura $Y_j = 0$, para esto la cantidad de abastecimiento X_{jk} debe ser 0 para cumplir la ecuación..>

(4) Mínima cantidad de POD permitido para aperturar: $\sum Y_j \geq P_{min}, \forall j$

<Limita la cantidad mínima de apertura de POD propuestas con el valor de P_{min} .>

(5) Máxima cantidad de POD permitido para aperturar: $\sum Y_j \leq P_{max}$

<Limita la cantidad máxima de apertura de POD propuestas con el valor de P_{max} .>

(6) Mínima cantidad de POD permitido para aperturar: $\sum Y_j \geq PNorte_{min}, \forall j$

<Limita la cantidad mínima de apertura de POD en la Zona Norte de Chosica delimitado por el río Rímac, delimitado por el valor de $PNorte_{min}$.>

(7) Mínima cantidad de POD permitido para aperturar: $\sum Y_j \geq PSur_{min}, \forall j$

<Limita la cantidad mínima de apertura de POD en la Zona Sur de Chosica delimitado por el río Rímac, delimitado por el valor de $PSur_{min}$.>

(8) Define la variable de cantidad que no sea negativa: $X_{jk} \geq 0, X_{ij} \geq 0$

<Las cantidades de abastecimiento (KG) deben ser enteros positivos dado que son kilogramos (KG).>

(9) Se declara Y_j como una variable binaria: $Y_j = \{0,1\}$

<Se declara en que la variable Y_j sea una variable binaria; es decir, que solo tome valores 0 o 1, esto servirá para definir si se apertura o no el POD.>

(10) Conservación de flujo: $\sum X_{ij} \geq \sum X_{jk}, \forall j \in S$

<Se define que para este modelo que toda la cantidad en kg abastecidas a un POD $\sum X_{ij}$, debe ser siempre mayor igual a la cantidad que se va a distribuir a cada zona de evacuación k. Se utiliza este principio de conservación de flujo para que no se abastezca más material en kg de un POD del que tiene en *stock*.>

2. Escenarios del modelo

En esta sección se detalla la simulación que se ha realizado en el presente estudio. Se tienen dos escenarios en la parte de demanda proyectada de damnificados.

Se presenta la tabla de kg requeridos para poder recordar las demandas que se estimaron en la sección de estimación de demanda.

Tabla 30. Tabla de kg requeridos de ayuda humanitaria

	Esc Bajo	Esc Medio	Esc Alto
Max personas damnificadas próximos 4 años	3.970	5.504	5.504
KG/día /Persona	0,5	0,5	0,5
Lead Time de Ayuda Humanitaria	14	14	14
Max Ayuda Humanitaria en KG	27.787	38.525	38.525

Fuente: Elaboración propia

La simulación se realizará en dos partes:

- Primero, se simulará el modelo matemático con dos demandas:
 - Escenario Bajo: 28 kg de demanda de ayuda humanitaria
 - Escenario Alto: 38,5 kg de demanda de ayuda humanitaria
- Segundo, se simulará realizando una restricción geográfica:
 - Si tomamos la restricción geográfica del río, y se decide tener dos almacenes, uno en la zona Norte que abastezca solo zonas de evacuación en dicha zona, y lo propio en el sur.

Como último punto, se presentará un cuadro comparativo que consolide las diferencias en inversión económica y las implicancias en riesgos de abastecimientos entre las diferentes opciones.

- Primera simulación - escenario bajo: 27K kg sin restricción geográfica

Se ha realizado la simulación con demanda baja por 28K kg (27,787 kg). A continuación, se presenta la tabla con los resultados obtenidos:

Tabla 31. Resultados de simulación con 27K kg sin restricción geográfica

					TOTAL COST				Distancia (Km)	
					\$	6,669				73
					Implementación	\$	4,108	IB transport		52
					Distribución	\$	790	OB transport		22
					Abastecimiento	\$	1,113			
					Desestiba en Chosica	\$	329			
					Estiba en Chosica	\$	329			

		P Min	1		
		P Max	3		
		PNorte Min		Sin restricción	
		PSur Min		Sin restricción	

						Zona en Chosica					
						Sur	Norte	Norte			
Almacén INDECI	Resultados de Abastecimiento de Ayuda Humanitaria desde Almacenes INDECI (Kg)	Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)	Sub Total (Kg)						
Indeci 1	Almacen General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017	0	-	27,792	27,792						
Indeci 2	Av. Elmer Faucett 3970-Callao (ALMACEN 1)	-	-	-	-						
Indeci 3	Av. Elmer Faucett cuadra 39 (ALMACEN 2)	-	-	-	-						
Indeci 4	Ex Mercado del Pueblo "San Isidro" interseccion del Jr. Abelardo Quiñonez y Psje. Leoncio Prado - Huancayo	-	-	-	-						
Total material requerido		0	-	27,792	27,792						

						Zona en Chosica					
						Sur	Norte	Norte			
Zona	Resultados de distribución desde POD hasta Zona de Evacuación (Kg)	Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)	Sub Total (Kg)						
Norte	Convento Maristas	-	-	682	682						
Norte	Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	-	-	2,153	2,153						
Sur	Parque Echenique Moyopampa Chosica	-	-	2,095	2,095						
Norte	Plaza de Armas de Chosica	-	-	1,019	1,019						
Norte	Centro de Salud San Antonio de Pedregal	-	-	5,201	5,201						
Norte	Estadio San Miguel	-	-	3,250	3,250						
Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	1,128	1,128						
Norte	La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los últimos dias	-	-	878	878						
Norte	Estadio Del Asentamiento Humano Nicolas De Pierola	0	-	7,448	7,448						
Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	273	273						
Sur	Feria Ex Papelera	-	-	1,169	1,169						
Norte	Colegio San Carlos	-	-	959	959						
Sur	Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	-	-	1,537	1,537						
Total material requerido						0	-	27,792	27,792		

Fuente: Elaboración propia

Para esta primera simulación se obtiene lo siguiente:

- Elección de almacén proveedor: Indeci 1 - Almacen General - Frente a la Av. Argentina s/n 3017 (Callao) abasteciendo el 100 % de material requerido, que va a proveer el 100 % del abastecimiento al POD 3 – Hospital José Agurto Tello en la zona norte del Río Rímac.
- Lo referido a la ZE se ve que se respetan las cantidades requeridas por cada ZE desde el POD 3.

- Segunda simulación - escenario bajo: 27K kg con restricción geográfica

Se presenta esta en este escenario, igual al anterior, pero con la particularidad de que se deba contar con dos almacenes como mínimo, uno en la zona norte del Río Rímac que abastezca solo a almacenes en esa zona, como también en la zona sur.

Tabla 32. Resultados de simulación con 27K kg con restricción geográfica

						TOTAL COST		Distancia (Km)		
						\$	13,342			
						Almacenamiento	\$	10,660	IB transport	
						Distribución	\$	911	OB transport	
						Abastecimiento	\$	1,113		
						Desestiba en Chosica	\$	329		
						Estiba en Chosica	\$	329		

		P Min	1		
		P Max	3		
		PNorte Min	1	*Mín 1 POD en el Norte	
		PSur Min	1	*Mín 1 POD en el Sur	

Zona en Chosica		Sur	Norte	Norte	
Almacén INDECI	Resultados de Abastecimiento de Ayuda Humanitaria desde Almacenes INDECI (Kg)	Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)	Sub Total (Kg)
Indeci 1	Almacen General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017	4,801	0	22,991	27,792
Indeci 2	Av. Elmer Faucett 3970-Callao (ALMACEN 1)	-	-	-	-
Indeci 3	Av. Elmer Faucett cuadra 39 (ALMACEN 2)	-	-	-	-
Indeci 4	Ex Mercado del Pueblo "San Isidro" interseccion del Jr. Abelardo Quiñonez y Psje. Leoncio Prado - Huancayo	-	-	-	-
Total material requerido		4,801	0	22,991	27,792

Zona en Chosica		Sur	Norte	Norte	
Zona	Resultados de distribución desde POD hasta Zona de Evacuación (Kg)	Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)	Sub Total (Kg)
Norte	Convento Maristas	-	-	682	682
Norte	Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	-	-	2,153	2,153
Sur	Parque Echenique Moyopampa Chosica	2,095	-	-	2,095
Norte	Plaza de Armas de Chosica	-	-	1,019	1,019
Norte	Centro de Salud San Antonio de Pedregal	-	-	5,201	5,201
Norte	Estadio San Miguel	-	-	3,250	3,250
Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	1,128	1,128
Norte	La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los últimos días	-	-	878	878
Norte	Estadio Del Asentamiento Humano Nicolas De Pierola	-	-	7,448	7,448
Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	273	273
Sur	Feria Ex Papelera	1,169	-	-	1,169
Norte	Colegio San Carlos	-	0	959	959
Sur	Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	1,537	-	-	1,537
Total material requerido		4,801	0	22,991	27,792

Fuente: Elaboración propia

Se obtienen los siguientes resultados:

- Se mantiene como principal proveedor al modelo: Indeci 1 – Almacén General - Frente a la Av. Argentina s/n 3017 (Callao) sigue obteniendo el abasteciendo el 100 % de material requerido; pero envía 22.991 kg al POD 3 - Hospital José Agurto Tello y 4.801 kg al POD 1 - Cruce entre av. Hipólito Hunanue con Ayacucho que distribuirá hacia la zona Si.
- Lo referido a las ZE se ve que se respetan las cantidades requeridas por cada zona sur y norte con el POD situado en cada zona.
- Tercera simulación - escenario alto: 38K kg sin restricción geográfica

Se presenta este escenario con la premisa de abastecimiento con una demanda alta de 38.525 kg de ayuda humanitaria requerida, sin ninguna restricción geográfica con respecto al río Rímac.

Tabla 33. Resultados de simulación con 38K kg sin restricción geográfica

						TOTAL COST		Distancia (Km)																							
						\$	7,659		73																						
<table border="1"> <tr><td>P Min</td><td>1</td></tr> <tr><td>P Max</td><td>3</td></tr> <tr><td>PNorte Min</td><td></td></tr> <tr><td>PSur Min</td><td></td></tr> </table>		P Min	1	P Max	3	PNorte Min		PSur Min		Sin restricción				<table border="1"> <tr><td>Almacenamiento</td><td>\$ 4,108</td></tr> <tr><td>Distribución</td><td>\$ 1,096</td></tr> <tr><td>Abastecimiento</td><td>\$ 1,543</td></tr> <tr><td>Desestiba en Chosica</td><td>\$ 456</td></tr> <tr><td>Estiba en Chosica</td><td>\$ 456</td></tr> </table>		Almacenamiento	\$ 4,108	Distribución	\$ 1,096	Abastecimiento	\$ 1,543	Desestiba en Chosica	\$ 456	Estiba en Chosica	\$ 456	<table border="1"> <tr><td>IB transport</td><td>52</td></tr> <tr><td>OB transport</td><td>21</td></tr> </table>		IB transport	52	OB transport	21
P Min	1																														
P Max	3																														
PNorte Min																															
PSur Min																															
Almacenamiento	\$ 4,108																														
Distribución	\$ 1,096																														
Abastecimiento	\$ 1,543																														
Desestiba en Chosica	\$ 456																														
Estiba en Chosica	\$ 456																														
IB transport	52																														
OB transport	21																														
Zona en Chosica						Zona en Chosica																									
Almacén INDECI	Resultados de Abastecimiento de Ayuda Humanitaria desde Almacenes INDECI (Kg)	Sur	Norte	Norte	Sub Total (Kg)	Zona	Resultados de distribución desde POD hasta Zona de Evacuación (Kg)	Sur	Norte	Norte	Sub Total (Kg)																				
		Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)				Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)																					
Indeci 1	Almacen General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017	-	-	38,532	38,532	Norte	Convento Maristas	-	-	945	945																				
Indeci 2	Av. Elmer Faucett 3970-Callao (ALMACEN 1)	-	-	-	-	Norte	Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	-	-	2,984	2,984																				
Indeci 3	Av. Elmer Faucett cuadra 39 (ALMACEN 2)	-	-	-	-	Sur	Parque Echenique Moyopampa Chosica	-	-	2,905	2,905																				
Indeci 4	Ex Mercado del Pueblo "San Isidro" intersección del Jr. Abelardo Quiñonez y Psje. Leoncio Prado - Huancayo	-	-	-	-	Norte	Plaza de Armas de Chosica	-	-	1,413	1,413																				
Total material requerido		-	-	38,532	38,532	Norte	Centro de Salud San Antonio de Pedregal	-	-	7,211	7,211																				
						Norte	Estadio San Miguel	-	-	4,506	4,506																				
						Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	1,564	1,564																				
						Norte	La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los últimos días	-	-	1,217	1,217																				
						Norte	Estadio Del Asentamiento Humano Nicolas De Pierola	-	-	10,327	10,327																				
						Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	378	378																				
						Sur	Feria Ex Papelera	-	-	1,621	1,621																				
						Norte	Colegio San Carlos	-	-	1,330	1,330																				
						Sur	Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	-	-	2,131	2,131																				
						Total material requerido		-	-	38,532	38,532																				

Fuente: Elaboración propia

En esta simulación se obtiene lo siguiente:

- Elección de almacén proveedor: Indeci 1 - Almacen General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017 (Callao) abasteciendo el 100% de material requerido, que va a proveer el 100% del abastecimiento al POD 3 – Hospital José Agurto Tello en la zona norte del río Rímac.
- Lo referido a la ZE se ve que se respetan las cantidades requeridas por cada ZE desde el POD 3.

- Cuarta simulación - escenario alto: 38K kg con restricción geográfica

Se presenta este escenario con la premisa de abastecimiento con una demanda alta de 38.525 kg de ayuda humanitaria requerida, con restricción geográfica con respecto al río Rímac.

Tabla 34. Resultados de simulación con 38K kg y con restricción geográfica

						TOTAL COST				Distancia (Km)		
						\$	14,378				129	
						Almacenamiento	\$	10,660			IB transport	103
						Distribución	\$	1,263			OB transport	25
						Abastecimiento	\$	1,543				
						Desestiba en Chosica	\$	456				
						Estiba en Chosica	\$	456				

		P Min		1	
		P Max		2	
		PNorte Min		Sin restricción	
		PSur Min		Sin restricción	

Zona en Chosica						Sur	Norte	Norte			
Almacén INDECI	Resultados de Abastecimiento de Ayuda Humanitaria desde Almacenes INDECI (Kg)	Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)	Sub Total (Kg)						
Indeci 1	Almacen General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017	6,657	-	31,875	38,532						
Indeci 2	Av. Elmer Faucett 3970-Callao (ALMACEN 1)	-	-	-	-						
Indeci 3	Av. Elmer Faucett cuadra 39 (ALMACEN 2)	-	-	-	-						
Indeci 4	Ex Mercado del Pueblo "San Isidro" interseccion del Jr. Abelardo Quiñonez y Psje. Leoncio Prado - Huancayo	-	-	-	-						
Total material requerido		6,657	-	31,875	38,532						

Zona en Chosica						Sur	Norte	Norte			
Zona	Resultados de distribución desde POD hasta Zona de Evacuación (Kg)	Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1)	Compañía De Bomberos Chosica (POD 2)	Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3)	Sub Total (Kg)						
Norte	Convento Maristas	-	-	945	945						
Norte	Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala	-	-	2,984	2,984						
Sur	Parque Echenique Moyopampa Chosica	2,905	-	-	2,905						
Norte	Plaza de Armas de Chosica	-	-	1,413	1,413						
Norte	Centro de Salud San Antonio de Pedregal	-	-	7,211	7,211						
Norte	Estadio San Miguel	-	-	4,506	4,506						
Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	1,564	1,564						
Norte	La Iglesia de Jesucristo De Los Santos de los últimos dias	-	-	1,217	1,217						
Norte	Estadio Del Asentamiento Humano Nicolas De Pierola	-	-	10,327	10,327						
Norte	CETPRO Nicolas de Pierola	-	-	378	378						
Sur	Feria Ex Papelera	1,621	-	-	1,621						
Norte	Colegio San Carlos	-	-	1,330	1,330						
Sur	Parque de la Cooperativa Pablo Patrón	2,131	-	-	2,131						
Total material requerido		6,657	-	31,875	38,532						

Fuente: Elaboración propia

En esta simulación se obtiene lo siguiente:

- Se mantiene como principal proveedor al modelo: Indeci 1 – Almacén General - Frente a la Av. Argentina S/N 3017 (Callao) sigue obteniendo el abasteciendo el 100 % de material requerido; pero envía 22.991 kg al POD 3 - Hospital José Agurto Tello y 4.801 kg al POD 1 - Cruce entre Av. Hipólito Hunanue con Ayacucho que distribuirá hacia la zona Si.
- Lo referido a las ZE se ve que se respetan las cantidades requeridas por cada zona sur y norte con el POD situado en cada zona.

3. Resultados

Se procede a consolidar los resultados de cada escenario: En el primer gráfico se aprecia qué POD se deberían aperturar, aparte de los costos en que se incurriría en cada escenario propuesto.

Tabla 35. Consolidado de aperturas de POD y costos totales anualizados

Apertura POD y Costos Totales	Esc 1: 27k sin restricción	Esc2: 27k con restricción	Esc 3: 38k sin restricción	Esc 4: 38k con restricción
Corner of Av. Hipólito Hunanue with Ayacucho (POD 1) - Sur	0	1	0	1
Compañía de Bomberos Chosica (POD 2) - Norte	0	0	0	0
Hospital José Agurto Tello - Chosica (POD 3) - Norte	1	1	1	1
Costo Total	US\$ 6.669	US\$ 13.342	US\$ 7.659	US\$ 14.378
Distancia (Km)	73	129	72.67	129

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se realiza la consolidación de los cumplimientos a nivel de kg si se implementa uno u otro escenario.

Tabla 36. Consolidado de cumplimiento de proyección de stocks

Análisis de cumplimiento de demanda	Esc 1: 27k sin restricción	Esc2: 27k con restricción	Esc 3: 38k sin restricción	Esc 4: 38k con restricción
<i>Stock</i> almacenado	27.792	27.792	38.532	38.532
Riesgo no distribución sur	4.801	-	6.657	
Distribución efectiva	22.991	27.792	31.875	38.532

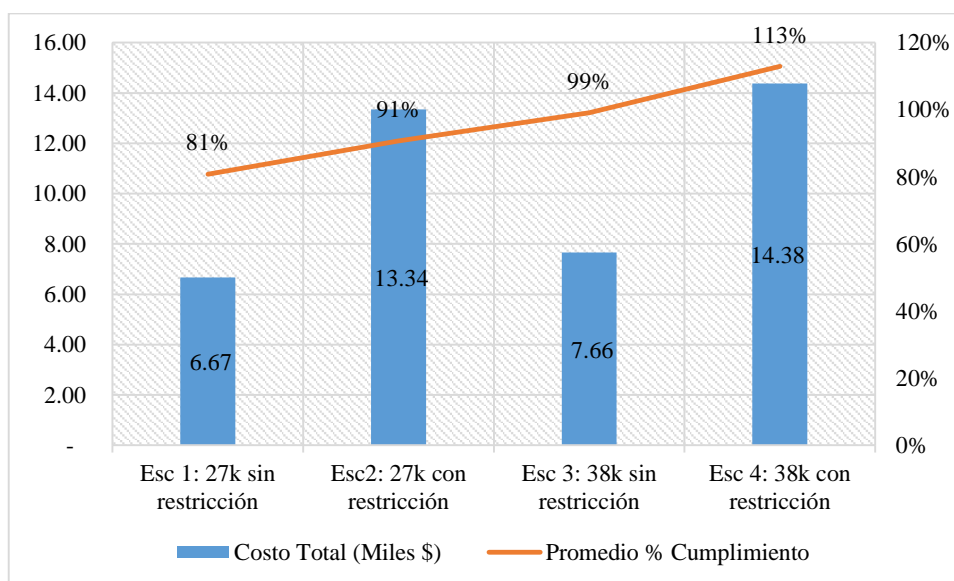
Escenarios de demanda real con demandas Max en 4 años				
-	22.991	27.792	31.875	38.532
27.792	-4.801	-	4.083	10.740
38.532	15.541	10.740	6.657	-
% de cumplimiento				
-	100 %	100 %	100 %	100 %
27.792	83 %	100 %	115 %	139 %
38.532	60 %	72 %	83 %	100 %
Promedio % cumplimiento				
Promedio % cumplimiento	81 %	91 %	99 %	113 %

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

A continuación se presenta un gráfico realizando el análisis de % de cumplimiento en cada escenario vs. el costo total de cada uno.

Gráfico 23. % Cumplimiento y costo total anual (miles \$)



Fuente: Elaboración propia

- El escenario 1 es el que ofrece mayores beneficios económicos solo invirtiendo 6,67 miles de dólares anuales, con un cumplimiento del 81 %, teniendo en cuenta que puede estar en riesgo el abastecimiento en la zona sur.

- En el escenario 2, el costo total anual se eleva el costo hasta los 13,34 miles de dólares, como también eleva el cumplimiento hasta los 91 %, teniendo una brecha de cumplimiento cuando la demanda este en un nivel alto de 38K kg requeridos.
- En el escenario 3 ofrece un 99 % de cumplimiento, teniendo un inconveniente en ofrecer distribución en la zona sur.
- El escenario 4 es el que ofrece cumplimiento en todos los escenarios dado que cuenta con 2 POD aperturados y la demanda es por 38K kg, por lo que asegura el abastecimiento de la zona de Chosica por 14 días. En términos de costos, es más elevado que el Esc 2 por solo 7 %.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación propone colocar dos almacenes en las zonas aledañas a POD 1 y POD 3, teniendo un costo logístico anualizado de 14,38 miles de dólares, asegurando en las simulaciones un 100 % de abastecimiento a las zonas de damnificados probables en Chosica por 14 días hasta que las entidades gubernamentales puedan atender a la población.

Conclusiones y recomendaciones

- Los huaicos, de acuerdo con el marco teórico revisado, son fenómenos naturales que si bien es cierto pueden tener una recurrencia en su generación, es responsabilidad del Estado en poder tener los diagnósticos con mayor exactitud en los pronósticos; para la realización del presente trabajo se realizaron diversas fuentes, pero no se tuvo acceso a una plataforma que pronostique cantidad estimada de damnificados por zonas en el país.
- El análisis de estimación de la demanda realizado nos aproxima a estimar la demanda estimada en datos reales de damnificados, el mejor modelo estimado fue con un factor de correlación de $(R^2)0,692$, pero se cree firmemente que el Estado debe realizar más alianzas estratégicas con organismos que puedan apoyar a generar una real estimación de damnificados en el futuro, para poder estimar con mayor exactitud el real impacto de preposicionar almacenes de primera respuesta (POD) como los que muestra este estudio.
- En el estudio de regresión multivariable, se contemplaron variables que organismos gubernamentales como Indeci indican que afectan en disminuir o aumentar el impacto de los huacos; pero a estas variables son perfectamente válido poder añadir más variables que puedan aumentar más el valor de $(R^2)0,692$.
- En el estudio de la metodología de Network Facility Location, se presentó el desarrollo completo de dicha metodología para que pueda servir de herramienta de análisis logístico para futuros trabajos de investigación: esta metodología logró procesar 57 variables de decisión (3 variables binarias $\{0,1\}$ para aperturar los POD, 12 variables continuas positivas para aperturar rutas entre almacenes de Indeci y POD, y 39 variables continuas positivas para aperturar rutas entre POD y ZE).
- En planeamiento de compras y *stock*, se presenta un *software* potente como Python para el cálculo de optimización del modelo matemático, dado que este *software* cuenta con mayor alcance que el Solver – Excel, dado que este último solo puede resolver problemas de máximo de 200 variables.
- En la sección de planeamiento de compras y suministros, se realizó la simulación con diferentes escenarios teniendo como grandes decisiones optar por tener capacidad de suministro: por 27 K kg o 38 K kg, además de optar que el abastecimiento de la zona sur sea independiente; después de 4 simulaciones se optó por implementar un almacén de 38 K kg con almacén independiente para zonas norte y sur, obteniendo un costo anual de 14,38 mil dólares aproximadamente, con este resultado se tiene 100 % de cumplimiento en todas las escenarios y además los costes incrementan en 108 % adicional desde el escenario 1 que solo

abastecería 27 K kg sin restricción con costos de 6,67 mil dólares pero con un cumplimiento promedio en todos los escenarios de 80 %.

Bibliografía

Actualidad Ambiental (2017). “2016: Deforestación en la Amazonía peruana superó las 164 mil hectáreas”. 12 de setiembre de 2017. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<http://www.actualidadambiental.pe/?p=46292>>.

Atalanta (2019). *Galería de productos Atalanta*. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<http://www.atalanta.pe/catalogo.html>>.

Carter, N. (2008). *Disaster Management A Disaster Manager's Handbook*. Phillippines: Asian Development Bank.

Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, Planeación y Operación*. 3ª ed. México: Pearson Education.

Diario Correo (2018). “Siete mil familias de Chosica en alto riesgo por crecida del río Rímac”. En: *Diario Correo*. 25 de enero de 2018. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<https://diariocorreo.pe/edicion/lima/familias-chosica-crecida-rio-rimac-799448/>>.

Diario El Comercio (2015). “Chosica: no existen estudios de las quebradas de riesgo”. Sección Lima. En: *Diario El Comercio*. 26 de abril de 2015. Fecha de consulta: 05/01/2019. <https://elcomercio.pe/lima/chosica-existen-estudios-quebradas-riesgo-356568>.

Diario La República (29 de 01 de 2017). “Calentamiento del mar: la causa de las lluvias, huaicos y el bochorno”. Sección Sociedad. En: *Diario La República*. 29 de enero de 2017. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<https://larepublica.pe/sociedad/1011188-calentamiento-del-mar-la-causa-de-las-lluvias-huaicos-y-el-bochorno>>.

Hans De Smet, M. (2011). *The Response Phase of the Disaster Life Cycle Revisited*. Francia: Laboratoire d'Econométrie du Département d'Economie; Ecole Polytechnique Palaiseu Cedex.

Hull, J. C. (1999). *Options, Futures, & Other Derivatives*. 4ª ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Instituto del Mar del Perú [Imarpe] (2018). *Sistema de Observación Satelital del Mar Peruano (SOSMAP)*. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/titulo1.png>>.

Instituto Nacional de Defensa Civil [Indeci] (2006). *Bases - Adquisición de Bienes de Ayuda Humanitaria*. Lima.

Indeci (2018). *Sistema Sinpad – Indeci*. 1 de julio de 2018. Fecha de consulta: 05/01/2019. <http://sinpad.indeci.gob.pe/Sinpad/Estadistica/Frame_Esta_C7.asp>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (01 de 07 de 2007). *Características de la población*. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro15/cap01.pdf>>.

José Holguin-Veras, N. P. (2007). *Emergency Logistics Issues Affecting the Response to Katrina*. The Transport Network Modeling Comitee.

Kindell, M. (2013). *Disaster Studies*. Current Sociology - SAGE.

Logyca (2017). *UC-LOG Program*. Bogotá.

Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.

Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres [UNISDR] (2009). *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. Ginebra, Suiza: UNISDR.

ORG, P. (s.f.). *Python*. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<https://www.python.org/>>.

Rawls, C. G. y Turnquist, M. A. (2011). *Pre - positioning planning for emergency response with service quality constrains*. OR Spectrum.

Radio Programas del Perú [RPP] (2017). “¿Por qué ocurren los huaicos y qué hacer cuando cae uno?”. Sección Medio ambiente. En: *RPP*. 1 de febrero de 2017. Fecha de consulta: 05/01/2019. <<http://rpp.pe/mundo/medio-ambiente/conoce-el-origen-de-un-huayco-y-que-hacer-ante-uno-noticia-1026054>>.

Schwartz, E. S. (1997). "The Stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for valuation and Hedging". *Journal of Finance*, 52(3), 923-973.

Sheffi, Y. (2016). *El poder de la Resiliencia*. Buenos Aires: Artes Gráficas Rioplatense S.A.

Anexos

Anexo 1. Presentación de distribución de ayuda humanitaria

Balde de plástico con capacidad de 30 kg

ITEM N° 2: BALDE DE PLÁSTICO DE 15 LITROS

Descripción:

Base	:	Circular que permita mantenerse en posición erguida.
Capacidad Neta:	:	15 litros
Asa	:	De alambre de acero galvanizado ó alambre de fiero galvanizado trefilado con agarradera de polietileno o plástico, diseñado para resistir hasta 30 kg,
Color	:	Todo el lote de un solo color (blanco, naranja, azul, verde o celeste)
Diseño:	:	Con pico o sin pico
Composición	:	Polipropileno o polietileno 100% virgen de alta densidad
Compatibilidad	:	Aprobado para estar en contacto con alimentos (sin plomo).
Peso con asa	:	500 gr. (+50gr, – 50gr)

Presentación:

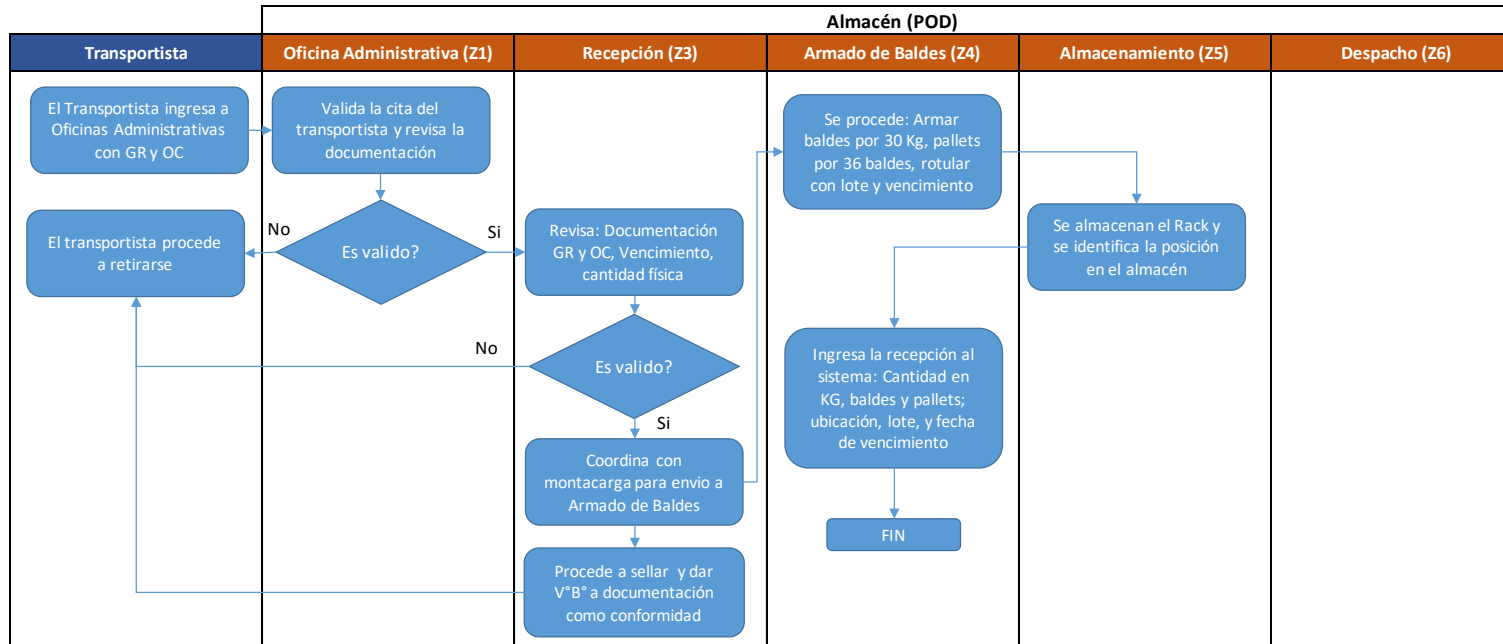
Cada balde deberá tener la siguiente inscripción como mínimo:

“DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PARA USO EXCLUSIVO DE DAMNIFICADOS Y AFECTADOS”
Logo del SINADECI en color naranja
Número de lote.
Tamaño de letra: 0.5 cm²

Fuente: Atalanta 2019

Anexo 2. Procedimiento de recepción de mercadería

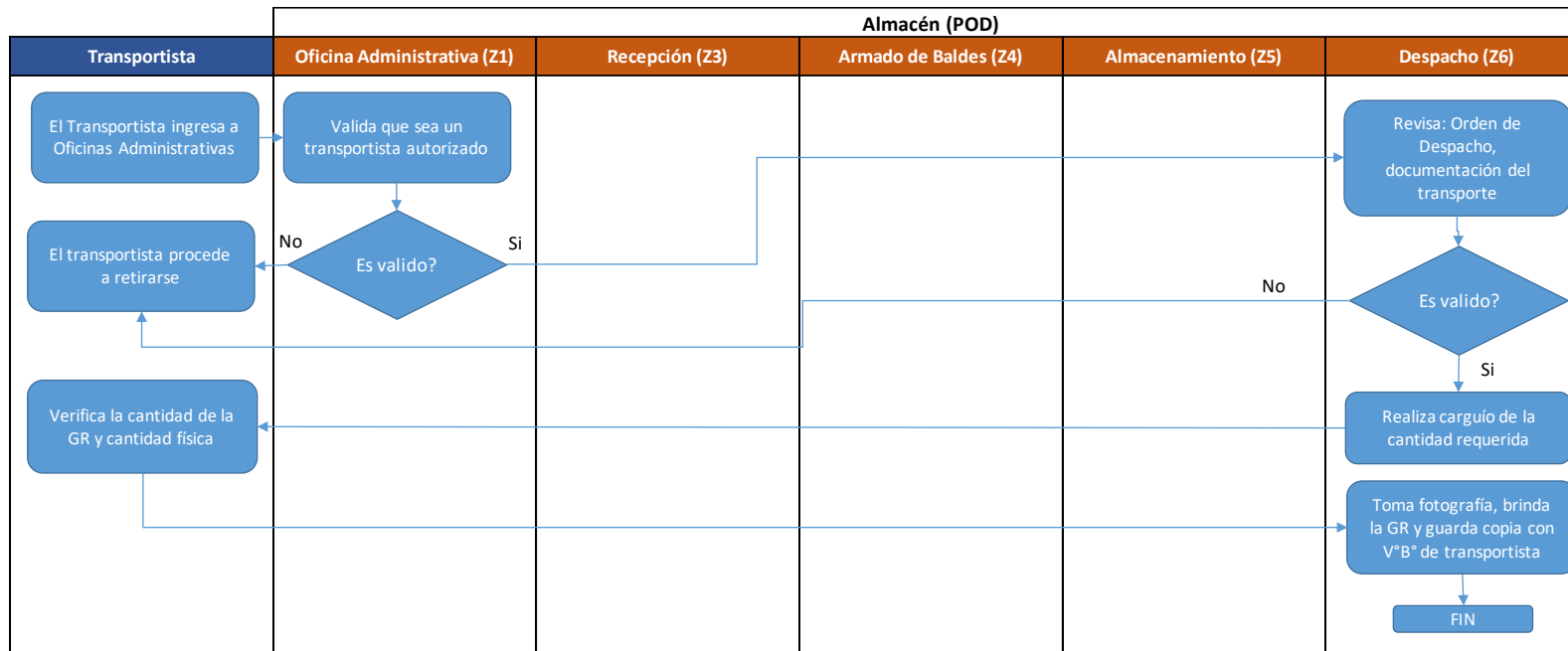
Este anexo describe el proceso de Recepción de Mercadería de ayuda humanitaria en POD



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Procedimiento de despacho de mercadería

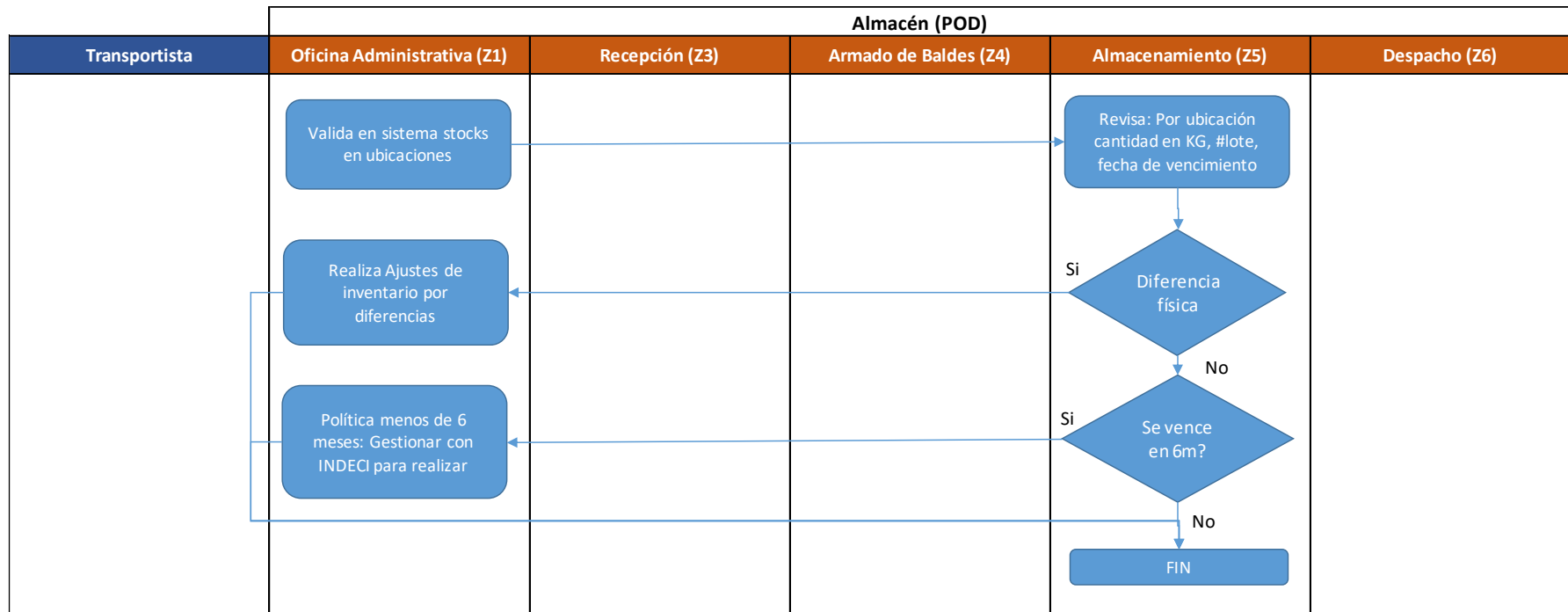
Este anexo describe el proceso de despacho de ayuda humanitaria en POD.



Fuente: Elaboración propia



Anexo 4. Procedimiento de inspección de mercadería

Este anexo describe el proceso de despacho de ayuda humanitaria en POD.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Zonas de evacuación: zona I y zona II

Zona I	Zona II
Familias: 250 Zona de Referencia: Convento Maristas	Familias: 790 Zona de Referencia: Colegio Felipe Huaman Poma de Ayala
	

Fuente: Elaboración propia