

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**



## **“PLAN DE GESTIÓN PARA MITIGACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR TORRENTERA DE CHULLO (URB. MIRASOL DE CAYMA - PUENTE CONCORDIA) DISTRITO DE CAYMA 2006-2017”**

**Tesis presentado por el Bachiller:**

**JUAN JOSE ARENAS NEIRA**

PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS,  
CON MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN  
URBANO AMBIENTAL

**Asesor de Tesis:**

**MG. GUILLERMO PERCY HERRERA ALARCÓN.**

**AREQUIPA, PERU**

**2019**

## Resumen Ejecutivo

Se ha observado en los últimos años en la ciudad de Arequipa, específicamente en el período 2006-2017, la ocurrencia de fenómenos pluviales abruptos e intensos. El sector torrentera de Chullo en el tramo comprendido entre: la Urb. Mirasol de Cayma al norte y el puente Concordia al sur, del distrito de Cayma, ha resultado uno de los tramos más afectados como consecuencia de las lluvias. En este sector se han registrado pérdidas materiales derivadas del colapso de infraestructura pública y privada como: puentes, pistas, veredas, bermas, muros de contención, viviendas; cercanos a la torrentera; amenazando a la población de urbanizaciones residenciales habilitadas cercanas a la torrentera de Chullo, por posibles inundaciones.

En este contexto es de necesidad, contar con un Plan de Gestión para Mitigación de Riesgo por Inundación en este sector. La investigación planteada es aplicada porque está asociada a un lugar específico de la realidad y ofrece soluciones e informaciones para reducir el riesgo por inundación. La metodología empleada será observacional y descriptiva, en la toma de información; análisis y síntesis, en el diagnóstico; inductivo y deductivo en el marco teórico y en la redacción de las conclusiones; e interpretativo para la proposición de nuevos conceptos, y propuestas de ejes estratégicos.

De esta manera el presente proyecto de investigación, pretende contribuir a mitigar el riesgo por inundación en el Sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, contribuyendo de esta manera al desarrollo armónico y sostenible de este sector.

Palabras clave: peligro, vulnerabilidad, riesgo, inundación, mitigación.

## **Abstract**

The occurrence of abrupt and intense pluvial phenomena has been observed in recent years in the city of Arequipa, specifically in the period 2006-2017. The Chullo torrent sector in the section between: the Mirasol Urbanization of Cayma to the north and the Concordia Bridge to the south, of the Cayma district, has been one of the most affected sections as a consequence of the rains. In this sector there has been material losses derived from the collapse of public and private infrastructure such as: bridges, tracks, sidewalks, berms, retaining walls, housing; near the torrent; threatening the population of residential developments enabled near the torrent of Chullo, for possible flooding.

In this context, it is necessary to have a Management Plan for the Mitigation of Flood Risk in this sector. The proposed research is applied because it is associated with a specific place in reality and offers solutions and information to reduce flood risk. The methodology used will be observational and descriptive, in the taking of information; analysis and synthesis, in the diagnosis; inductive and deductive in the theoretical framework and in the writing of the conclusions; and interpretive for the proposal of new concepts, and proposals of strategic axes.

In this way the present research project aims to contribute to mitigate flood risk in the Chullo torrential sector (Mirasol Urb. of Cayma – Concordia bridge) Cayma district, thus contributing to the harmonious and sustainable development of this sector.

**Key words:** danger, vulnerability, risk, flood, mitigation.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme y acompañarme en la culminación de este paso trascendental en mi vida profesional.

Agradecimiento especial a mi familia que, con su apoyo constante y comprensión infinita, me demuestran día a día su gran amor. Fuente inagotable de inspiración y esfuerzo para el logro de mis objetivos.

Agradezco también a mi casa de estudios Universidad Nacional de San Agustín, con su estupenda plana de grandes maestros que, finalmente, han sido los forjadores para la aplicación de mis conocimientos y han orientado mis esfuerzos al desarrollo de la presente investigación.

## Tabla de Contenidos

Lista de Tablas .....	viii
Lista de Figuras .....	x
Lista de Mapas .....	xii
Lista de Planos .....	xiii
Lista de Gráficos .....	xiv
Capítulo I: Introducción .....	1
1.1. Planteamiento del Problema .....	1
1.1.1. Descripción del problema. ....	1
1.1.2. Formulación del problema. ....	4
1.2. Justificación de la Investigación de la Problemática .....	4
1.3. Objetivos Generales y Específicos .....	5
1.4. Alcances y Limitaciones .....	6
1.5. Hipótesis General y Específicas .....	7
Capítulo II: Marco Teórico - Conceptual - Legal .....	8
2.1. Marco Teórico: Gestión para Mitigación de Riesgo por Inundación. ....	8
2.1.1. Gestión del riesgo. ....	8
2.1.2. Mitigación de riesgo. ....	12
2.1.3. Riesgo por inundación .....	15
2.2. Marco Conceptual.....	23
2.2.1. Riesgo de desastre.....	23
2.2.2. Gestión del riesgo de desastres. ....	24
2.2.3. Plan de gestión de riesgos.....	25
2.2.4. Amenaza/Peligro.....	26
2.2.5. Vulnerabilidad.....	27
2.2.6. Mitigación.....	28
2.2.7. Inundación.....	28
2.2.8. Desastre.....	29
2.2.9. Ciclo hidrológico. ....	29
2.2.10. Sistema hidrológico. ....	30
2.3. Marco Legal.....	34
2.3.1. El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre. ....	34
2.3.2. Los lineamientos técnicos del proceso de reducción de riesgo.....	35
2.3.3. La inclusión de la gestión de riesgos de desastres en la legislación de la planificación urbana. ....	38
2.3.4. Competencias y funciones específicas generales de las municipalidades, en materia de planificación y seguridad por riesgos naturales.....	38
2.3.5. Normatividad de ordenamiento territorial. ....	38
2.3.6. Delimitación de faja marginal.....	39
2.4. Conclusiones del Marco Teórico - Conceptual - Legal .....	39
Capítulo III: Proceso Metodológico.....	43
3.1. Metodología.....	43
3.1.1. Información.....	43
3.1.2. Análisis y diagnóstico. ....	43

3.1.3.	Formulación del plan. ....	43
3.1.4.	Propuesta.....	43
Capítulo IV: Análisis y Evaluación de Peligrosidad por Inundación .....		45
4.1.	Recopilación de la Información de Carácter Geográfico .....	45
4.1.1.	La cuenca hidrológica Chili. ....	45
4.1.2.	La reserva natural de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB).....	48
4.1.3.	Sistema superficial (escorrentía) torrenteras en la cuenca Chili.....	53
4.1.4.	La microcuenca o torrentera de Chullo - Zamácola.....	55
4.1.5.	Microcuenca o torrentera de Chullo distrito de Cayma. ....	65
4.1.6.	El sector Torrentera de Chullo (urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) Distrito de Cayma.....	68
4.2.	Recopilación de la Información de Carácter Urbanístico.....	71
4.2.1.	Subsector urb. Mirasol de Cayma – puente Pancho Fierro.....	72
4.2.2.	Sub sector (Puente Pancho Fierro – Puente del Diablo Av. Ejercito). ....	81
4.2.3.	Sub sector (Puente del Diablo Av. Ejercito - Puente la Concordia) .....	91
4.3.	Infraestructuras Básicas y Servicios Esenciales .....	94
4.3.1.	Infraestructura para servicio público de desagüe.....	94
4.3.2.	Infraestructura para servicio público de agua. ....	97
4.3.3.	Infraestructura para servicio público de electricidad. ....	98
4.3.4.	Infraestructura para servicio público de gas natural. ....	99
4.4.	Identificación de Probable Área de Influencia del Fenómeno de Estudio .....	99
4.5.	Caracterización de Peligros Generados por Fenómenos de Origen Hidrometeorológico.....	100
4.5.1.	Variabilidad de las precipitaciones en el planeta y efectos en el Perú.....	100
4.5.2.	Registro de precipitaciones en Arequipa .....	106
4.6.	Parámetros de Evaluación del Fenómeno.....	108
4.6.1.	Información histórica de episodios. ....	108
4.6.2.	Recurrencia. ....	112
4.6.3.	Estudios previos de peligrosidad y riesgo.....	112
4.6.4.	Identificación de parámetros y descriptores para la caracterización del fenómeno de inundaciones. ....	119
4.7.	Susceptibilidad.....	122
4.7.1.	Factores condicionantes. ....	122
4.7.2.	Factores desencadenantes. ....	129
4.8.	Análisis de Elementos Expuestos en Zonas Susceptibles .....	130
4.8.1.	Análisis de elementos expuestos por dimensión social. ....	130
4.8.2.	Análisis de Elementos Expuestos por Dimensión Económica. ....	133
4.9.	Definición de Escenarios .....	154
4.10.	Estratificación del Nivel de Peligrosidad de Acuerdo a Umbrales. ....	156
4.10.1.	Nivel de peligrosidad social.....	156
4.10.2.	Nivel de peligrosidad económico.....	156
4.11.	Niveles de Peligrosidad .....	157
4.12.	Mapa de Nivel de Peligrosidad .....	158
Capítulo V: Análisis de la vulnerabilidad .....		159
5.1.	Análisis de los Factores de la Vulnerabilidad .....	159
5.1.1.	Análisis de la dimensión social.....	159
5.1.2.	Análisis de la dimensión económica.....	169
5.1.3.	Vulnerabilidad institucional.....	177

5.2. Determinación de los Niveles de Vulnerabilidad .....	180
5.3. Mapa del Nivel de Vulnerabilidad.....	182
Capítulo VI: Estimación o Cálculo del Riesgo .....	183
6.1. Áreas donde la Materialización del Riesgo es Altamente Probable .....	183
6.2. Cuantificación de las Pérdidas – Efectos Económicos .....	184
6.3. Identificación de Zonas de Riesgo Potencial Significativo .....	184
6.3.1. Matriz de riesgo. ....	184
6.3.2. Mapa de nivel de riesgos.....	187
Capítulo VII: Propuesta .....	188
7.1. Formulación del Plan de Gestión de Mitigación de Riesgo por Inundación .....	188
7.1.1. El análisis FODA. ....	188
7.1.2. Construcción de la visión.....	191
7.1.3. Los ejes estratégicos. ....	191
7.2. Propuesta del Plan de Gestión para Mitigación de Riesgo por Inundación.....	198
7.2.1. Objetivo general y específicos. ....	198
7.2.2. Responsables que están a cargo. ....	199
7.2.3. Medidas de prevención y mitigación de riesgo por inundación. ....	199
7.3. Plan de Respuesta a la emergencia .....	202
7.3.1. Objetivo general y específicos. ....	202
7.3.2. Ámbito. ....	202
7.3.3. Estructura y organización. ....	202
7.3.4. Funciones. ....	203
7.4. Plan de rehabilitación y recuperación.....	206
7.4.1. Objetivo general y específicos. ....	206
7.4.2. Ámbito. ....	206
7.4.3. Estructura y organización. ....	206
7.4.4. Funciones. ....	206
7.5. Implementación de Proyectos Estratégicos .....	209
7.6. Validación, Implementación, Seguimiento y Evaluación del Plan de Gestión .....	213
7.6.1. Validación del plan. ....	213
7.6.2. Implementación del plan.....	213
7.6.3. Seguimiento y evaluación del plan. ....	214
Capítulo VIII: Conclusiones .....	215
8.1. Conclusiones.....	215
8.2. Contribuciones Teóricas .....	218
8.3. Contribuciones Prácticas .....	219
8.4. Recomendaciones .....	220
Referencias.....	221
Apéndice A: Encuesta de Recolección de Datos .....	227
Apéndice B: Resultados de la Encuesta.....	229

## Lista de Tablas

Tabla 1 Peligrosidad Global de las Torrenteras de Arequipa .....	55
Tabla 2 Caracterización Quebrada Azufra.....	58
Tabla 3 Caracterización de la Quebrada Tributaria .....	59
Tabla 4 Caracterización de la Quebrada Pasto Raíz (Gamarra) .....	61
Tabla 5 Caracterización de la Quebrada Pasto Raíz (margen izquierda).....	62
Tabla 6 Caracterización de Faja Marginal de la Torrentera del Chullo.....	66
Tabla 7 Datos Urbanísticos de la Urb. Mirasol de Cayma .....	74
Tabla 8 Datos Urbanísticos de la Urb. Mirasol de Cayma .....	76
Tabla 9 Datos Urbanísticos de la Urb. Jorge Basadre .....	78
Tabla 10 Datos Urbanísticos Los Ángeles de Cayma.....	80
Tabla 11 Datos Urbanísticos La Urb. Monte Rosa .....	84
Tabla 12 Datos Urbanísticos Los Frutales .....	84
Tabla 13 Datos Urbanísticos Boulevard de Cayma .....	85
Tabla 14 Datos Urbanísticos de AVIDGE.....	87
Tabla 15 Datos Urbanísticos Boulevard Los Arces .....	90
Tabla 16 Datos Urbanísticos La Explanada Challapampa.....	91
Tabla 17 Información histórica de episodios pluviales, período 1944 al 2016, con intensidad mayor a 32 mm .....	109
Tabla 18 Prioridades del grado de peligrosidad de los tramos de torrenteras de la Ciudad de Arequipa.....	114
Tabla 19 Prioridades del grado de peligrosidad de los tramos de torrenteras Chullo o Zamácola.....	114
Tabla 20 Parámetros: Nivel Topográfico respecto a encauzamiento.....	119
Tabla 21 Parámetros: Cercanía a la torrentera .....	120
Tabla 22 Parámetros: Caudal máximo de soporte de encauzamiento.....	120
Tabla 23 Parámetros: Cercanía a cambio direccional.....	120
Tabla 24 Parámetros: Cercanía a puente deficiente .....	121
Tabla 25 Parámetros: Cercanía de infraestructura de servicios básicos a encauzamiento ...	121
Tabla 26 Urbanizaciones cercanas a torrentera de Chullo. Distrito de Cayma .....	131
Tabla 27 Puentes construidos en el cauce de la torrentera de Chullo. Sector Urb. Mirasol de Cayma hasta puente La Concordia .....	141
Tabla 28 Matriz de Peligro .....	157
Tabla 29 Parámetros Exposición Social: Grupo Etario .....	159
Tabla 30 Parámetros Fragilidad Social: Ingreso Familiar Promedio Mensual .....	160
Tabla 31 Parámetros Fragilidad Social: Tenencia de la Vivienda.....	161
Tabla 32 Parámetros Resiliencia Social: Profesión del Jefe de Familia.....	162
Tabla 33 Parámetros Resiliencia Social: Grado de Instrucción de la madre .....	163
Tabla 34 Parámetros Resiliencia Social: Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por Inundación.....	164
Tabla 35 Parámetros Resiliencia Social: Conocimiento local sobre desastres por inundación .....	165
Tabla 36 Parámetros Resiliencia Social: Actitud frente al riesgo por inundación .....	166

Tabla 37 Parámetros Resiliencia Social: Campañas de difusión sobre riesgo por inundación .....	167
Tabla 38 Parámetros Resiliencia Social: Relación entre instituciones y organizaciones local .....	168
Tabla 39 Parámetros Fragilidad Económica: Estado de conservación de la edificación.....	169
Tabla 40 Parámetros Fragilidad Económica: Condiciones de alojamiento .....	170
Tabla 41 Parámetros Fragilidad Económica: Material predominante de la edificación .....	171
Tabla 42 Parámetros Fragilidad Económica: Antigüedad de la edificación.....	172
Tabla 43 Parámetros Fragilidad Económica: Altura de la edificación .....	173
Tabla 44 Parámetros Resiliencia Económica: Capital Social .....	175
Tabla 46 Niveles de Vulnerabilidad .....	180
Tabla 47 Matriz de Riesgo .....	185
Tabla 48 Medidas Estructurales.....	200
Tabla 49 Medidas no estructurales .....	201
Tabla 50 Plan de Respuesta a la Emergencia: Fase Preparación .....	204
Tabla 51 Plan de Respuesta a la Emergencia: Fase Alerta Temprana .....	205
Tabla 52 Plan de Respuesta a la Emergencia: Fase Atención de la Emergencia.....	205
Tabla 51 Plan de Rehabilitación y Recuperación: Fase Restablecimiento de servicios públicos básicos e infraestructura.....	207
Tabla 52 Plan de Rehabilitación y Recuperación: Fase Continuidad de servicios .....	208
Tabla 53 Plan de Rehabilitación y Recuperación: Fase Normalización progresiva de los medios de vida.....	208

## Lista de Figuras

Figura 1. Procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres.....	25
Figura 2. Representación del sistema hidrológico. ....	30
Figura 3: Tipo de escurrimiento o escorrentía .....	31
Figura 4. Cuadro metodológico. ....	44
Figura 5: Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Se observa la escasa presencia de vegetación en la zona de la Reserva Nacional .....	53
Figura 6. Torrentera de Chullo, tramo Urb. Santa Elisa .....	76
Figura 7: Relleno de cauce de torrentera de Chullo, tramo Urb. Boulevard de Cayma. ....	86
Figura 8: Cauce de torrentera de Chullo 2009, tramo Urb. AVIDGE .....	88
Figura 9: Relleno desde el nivel de la torrentera de Chullo, tramo Urb. Boulevard Los Arces. ....	90
Figura 10: Buzón red de desagüe, frente a Urb. Los Ángeles de Cayma .....	95
Figura 11: Restos de tuberías de desagüe, afectados por ingreso de torrentera.....	95
Figura 12: Red Desagüe, cruza la torrentera de Chullo, pasando la Urb. Boulevard de Cayma (bajando). ....	96
Figura 13: Tubería que cruza el cauce de la torrentera, frente a colegio Lord Byron. ....	97
Figura 14: Plano de redes de agua Urb. Los Ángeles de Cayma. Acometida viene por el puente Pancho Fierro. ....	97
Figura 15: Poste de alta tensión dentro de la faja marginal aprobada por el ANA.....	98
Figura 16: Anomalía de la temperatura superficial del mar. ....	103
Figura 17: Lluvia total de Enero y Febrero en Perú 1998.....	105
Figura 18: Líneas de corriente en 250 hPa mostrando la Alta de Bolivia. Medida para el período del 1 al 11 de Enero de 1996 .....	106
Figura19: Registro de Precipitaciones en Arequipa 1984-2017, .....	108
Figura 20: Terrapleneo de los terrenos RNSAB. ....	127
Figura 21: Mejoramiento Vial Asoc. Rafael Belaunde Diez Canseco.....	129
Figura 22: Puente Urb. J. Basadre. ....	134
Figura 23: Puente Arquillo 1.....	134
Figura 24: Puente Privado. Urb. Los Ángeles de Cayma .....	135
Figura 25: Puente Pancho Fierro.....	137
Figura 27: Edificio construido en el cauce, sin columnas. ....	138
Figura 26: Boca de Puente del Diablo, obstruida .....	138
Figura 28: Puente Pasaje La Canoa. ....	139
Figura 29: Puente Concordia. ....	140
Figura 30: Infraestructura pública afectada. Urb. Boulevard de Cayma. ....	146
Figura 31: Infraestructura pública afectada y reconstrucción, en Urb. AVIDGE. ....	148
Figura 32: Av. Ejército. Infraestructura pública y edificaciones sobre el cauce de torrentera. ....	148
Figura 33: Vivienda construida en el cauce de la de la torrentera Chullo, margen izquierdo (bajando) a 15m del puente Pancho Fierro .....	149

Figura 34: Vivienda colapsada en el margen derecho (bajando) de la torrentera Chullo, a 15m del puente Pancho Fierro .....	149
Figura 35: Posesionamiento de vivienda en el cauce de la torrentera Chullo. ....	150
Figura 36: Edificación existente en el cauce de la torrentera Chullo, margen derecha (bajando) a 30m antes del Puente Pancho Fierro.....	150
Figura 37: Edificación sobre el cauce de la torrentera Chullo, Av. Ejército, Puente del Diablo.....	151
Figura 38: Cambio de dirección de torrentera. Inicio Urb. Mirasol. ....	152
Figura 39: Cambio de dirección de torrentera. Inicio Urb. AVIDGE. ....	152
Figura 40: Cambio de dirección de la torrentera de Chullo antes de Urb. Boulevard Los Arces. ....	153
Figura 41: Colegio Lord Byron.....	153

## Lista de Mapas

Mapa 1: Zonas Críticas por Peligros Geológicos, con ubicación del sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) .....	46
Mapa 2: Origen de los afluentes de la torrentera Chullo, en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca RNSAB, en la cumbre del nevado Chachani. ....	50
Mapa 3: Micro cuenca - Torrentera Chullo o Zamácola y sus afluentes. ....	56
Mapa 4: Ubicación Torrentera Chullo distrito de Cayma.....	66
Mapa 5: Ortofoto aérea año 1978 zona actual Urb. Mirasol de Cayma. ....	75
Mapa 6: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. Santa Elisa. ....	77
Mapa 7: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. Jorge Basadre. ....	78
Mapa 8: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. Los Ángeles de Cayma.....	80
Mapa 9: Ortofoto aérea año 1978 zona actual Urb. Monte Rosa.....	83
Mapa 10: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. AVIDGE.....	88
Mapa 11: Ortofoto aérea año 1944 zona actual Sub Sector. Puente del Diablo Av. Ejército, hasta Puente Concordia. ....	93
Mapa 12: Riesgos - Identificación de Sectores Críticos. ....	113
Mapa 13: Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Urb. Santa Elisa y Jorge Basadre. ....	116
Mapa 14: Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de.....	117
Mapa 15: Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Sector La Canoa, Colegio Lord Byron.....	118
Mapa 17: Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Urb. Los Ángeles de Cayma, Monte Rosa, Los Frutales. ....	118
Mapa 16: Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Urb. Mirasol de Cayma. ....	118
Mapa 18 : Cuenca Chullo. ....	122
Mapa 19: Puente Urb. Jorge Basadre y Arquillo 1. ....	133
Mapa 20: Ubicación Puente Privado.....	136
Mapa 21: Ubicación Puente Pancho Fierro. ....	137
Mapa 22: Ubicación Puente del Diablo. ....	139
Mapa 23: Ubicación Puente Pasaje La Canoa .....	140
Mapa 24: Ubicación Puente Concordia. ....	141
Mapa 25: Urb. Mirasol de Cayma.....	152
Mapa 26: Urb. AVIDGE.....	152
Mapa 27: Urb. Boulevard Los Arces .....	153
Mapa 28: Colegio Lord Byron.....	153
Mapa 29: Mapa de Peligros por inundación. Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – Puente Concordia).....	158
Mapa 30: Mapa Base. Alturas de la Edificación. Sub Sector: Urb. Mirasol de Cayma – Puente Pancho Fierro .....	173
Mapa 31: Mapa Base. Altura de la Edificación. Sub Sector: Puente Pancho Fierro – Puente del Diablo.....	174
Mapa 32: Mapa Base. Alturas en la Edificación. Sub Sector Puente del Diablo – Puente Concordia.....	174
Mapa 33: Mapa de Vulnerabilidad por inundación. Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – Puente Concordia). ....	182
Mapa 34: Mapa de Riesgos por inundación. Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – Puente Concordia).....	187

## Lista de Planos

Plano 1: Mapa de Torrenteras en el distrito de Cayma.....	57
Plano 2: Levantamiento topográfico. Quebrada Azufral .....	60
Plano 3: Levantamiento topográfico. Quebrada Pasto Raíz (Gamarra). .....	63
Plano 4: Levantamiento topográfico. Quebrada tributaria de la Pasto Raíz (margen izquierda) .....	64
Plano 5: Levantamiento topográfico de Torrentera de Chullo (margen izquierda). .....	67
Plano 6: Topográfico del Sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – puente Concordia) distrito de Cayma, incluye la delimitación de la faja marginal realizada por el ANA 2018 ...	70
Plano 7: Sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia) y Sub Sectores .....	71
Plano 8: Sub Sector. Urb. Mirasol hasta puente Pancho Fierro.....	73
Plano 9: Lotización y topográfico Urb. Mirasol de Cayma. ....	75
Plano 10: Lotización y topográfico Urb. Santa Elisa y Secciones de Cauce de torrentera de Chullo.....	77
Plano 11: Lotización y topográfico Urb. Jorge Basadre y Sección actual de Cauce de torrentera de Chullo. ....	79
Plano 12: Lotización y topográfico Urb. Los Ángeles de Cayma y Sección actual de Cauce de torrentera de Chullo .....	81
Plano 13: Sub Sector . Puente Pancho Fierro hasta Puente del Diablo Av. Ejército. ....	82
Plano 14: Lotización y topográfico Urb. Monte Rosa, Urb. Los Frutales, Urb. Boulevard de Cayma, con Sección de Cauce, faja marginal de torrentera de Chullo. ....	83
Plano 15: Lotización y topográfico Urb. AVIDGE, Urb. Boulevard Los Arces, Urb. Explanada; Secciones de Cauce de torrentera de Chullo. Faja marginal.....	89
Plano 16: Sub Sector. Puente del Diablo Av. Ejército, hasta Puente Concordia. ....	92
Plano 17: Lotización y topográfico Urb. León XIII, P.T. Señor de la Caña, Av. Ejército – La Canoa, Colegio Lord Byron, C.C. Real Plaza. Secciones de Cauce de torrentera de Chullo. Faja marginal. ....	93
Plano 18: Arequipa y posibles zonas de inundación.....	113
Plano 19: Infraestructura pública afectada por inundación en torrentera Chullo, Febrero 2016. .....	143
Plano 20: Recuperación del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular de la Zona Afectada. Urb. Los Ángeles de Cayma.....	143
Plano 21: Recuperación del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular de la Zona Afectada. Urb. Boulevard de Cayma. ....	145
Plano 22: Recuperación del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular de la Zona Afectada. Urb. AVIDGE.....	147

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Precipitaciones. Estación: La Pampilla. Período 2006-2014.....	107
Gráfico 2: Precipitaciones. Estación: El Frayle. Período 2006-2013 .....	107
Gráfico 3: Precipitaciones. Estación: Chiguata. Período 2006-2013.....	107
Gráfico 4: Grupo Etario en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	159
Gráfico 5: Ingreso Familiar Promedio Mensual en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	160
Gráfico 6: Tenencia de la vivienda en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	161
Gráfico 7: Profesión del jefe de familia en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	162
Gráfico 8: Grado de instrucción de la madre en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	163
Gráfico 9: Capacitación en gestión de riesgos por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	164
Gráfico 10: Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	165
Gráfico 11: Actitud frente al riesgo por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	166
Gráfico 12: Difusión respecto a desastres por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	167
Gráfico 13: Relación entre las instituciones y organizaciones locales en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	168
Gráfico 14: Estado de Conservación de la Edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	169
Gráfico 15: Condiciones de la vivienda en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	170
Gráfico 16: Material predominante de la edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). .....	171
Gráfico 17: Antigüedad de la edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	172
Gráfico 18: Altura de la edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	172
Gráfico 19: Capital social en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	175
Gráfico 20: Capital social en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).....	176

## **Capítulo I: Introducción**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

#### **1.1.1. Descripción del problema.**

Lavell A. (1999) afirma que, la construcción de las ciudades, genera cambios en los sistemas ecológicos originarios, la conversión de suelos en urbanos significa el retiro de la cobertura vegetal y reemplazo por obras de cemento, asfalto, volviendo el suelo impermeable; esto genera incremento de la escorrentía superficial aguas abajo generando amenaza de desborde de los caudales e inundación. Seguinot, B. (2008) indica que el estrechamiento de los cauces, los parámetros topográficos, la variabilidad de las precipitaciones, contribuyen a que la amenaza se exacerbe; asimismo Diez, A. (2008) indica que los materiales arrastrados por estos ríos urbanos corresponden a material detrítico como lodos, cantos rodados y restos vegetales; pueden producir daños a la gente y la infraestructura urbana, por arrastre, socavación y colmatación, con posibilidad de desborde.

En este contexto, la presente investigación se avoca al estudio del sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, ubicado a una altitud de 2 463 msnm, en la parte noroccidental de la provincia, departamento y región Arequipa, con una altitud sur de  $16^{\circ}19'$  y una longitud oeste de  $71^{\circ}32'$ , comprende el sector urbano inmediato a la torrentera: depresión Azufral, denominada Chullo; en este sector se emplazan urbanizaciones como, Santa Elisa, Jorge Basadre, Los Ángeles de Cayma, Monte Rosa, Los Frutales, Boulevard de Cayma, AVIDGE, Explanada, Boulevard Los Arces, entre otras; se estima que once mil setecientas personas habitan en la actualidad en este sector, en un tramo de torrentera de aproximadamente 2.35 kilómetros.

La torrentera de Chullo se origina en el Pueblo Joven Buenos Aires de Cayma a 150m del puente del mismo nombre, en este punto confluyen las quebradas Gamarra, Pasto Raíz y Azufral, las cuales se originan previamente en la cumbre del nevado Chachani.

En el período 2006-2017 se ha notado que discurre un mayor caudal por la torrentera de Chullo, llegando a superar el encauzamiento actual; el proceso de urbanización en la parte alta de Cayma constituye una de las razones, ya que el suelo al ser asfaltado, cementado, se vuelve impermeable; de igual manera la desertificación en el área de la cuenca de las quebradas afluentes que originan la torrentera de Chullo; asimismo debido al proceso de habilitación urbana en el sector de estudio, el cauce de la torrentera de Chullo se ha reducido hasta en 5m, se han construido puentes de luz insuficiente para el paso de un caudal creciente. Las precipitaciones son el factor desencadenante, factores globales como el cambio climático generan variabilidad de las precipitaciones, con lluvias más intensas y frecuentes. Se presume, que todo lo mencionado ha generado un mayor escurrimiento superficial hacia el sector de estudio.

El evento pluvial del 26 de febrero de 2016, ha causado pérdidas materiales en las inmediaciones del sector antes mencionado, como el colapso de puentes como el existente en la Calle Pancho Fierro y el puente Concordia y el derrumbe de muros de contención, pistas, veredas, bermas, jardines en las urbanizaciones Los Ángeles de Cayma, Boulevard Los Arces, AVIDGE; alertando del peligro de inundación a las urbanizaciones residenciales habilitadas cercanas a la torrentera de Chullo.

Respecto a los instrumentos de gestión existentes, se tiene el Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025 (PDM); el mismo que en su plano de zonificación, no ha contemplado como zona de riesgo la torrentera de Chullo, por el contrario se zonifica como residencial de media y alta densidad, sin evidenciar en absoluto el peligro existente en esta torrentera.

La Municipalidad Distrital de Cayma (MDC) cuenta con el Plan Urbano Distrital de Cayma 2006-2015 PUD/Cayma, concordante con el Plan Director de Arequipa Metropolitana 2002 -2015 (PDAM), contempla la torrentera de Chullo como Zona de Reglamentación

Especial – Tipo 2 (Lechos de Torrenteras y Áreas Aledañas), advirtiendo del potencial peligro de la torrentera de Chullo. Sin embargo al estar derogado el PDAM, el PUD/Cayma ha quedado sin respaldo legal.

La MDC cuenta también con: El Plan de contingencia para afrontar los efectos del fenómeno del niño distrito de Cayma 2015-2016 y el Plan de Operaciones de Emergencia del distrito de Cayma 2015, ambos con el objetivo de orientar las acciones de alerta, respuesta y rehabilitación ante la ocurrencia de emergencias o desastre por lluvias intensas, huaycos, inundaciones o de algún desastre natural que se produzcan en el ámbito del distrito. Los antes mencionados instrumentos de gestión, no han sido actualizados, ni han logrado su implementación en el sector de estudio. La MDC, no cuenta con un plan de reducción o mitigación del riesgo por inundación en el sector de estudio.

En el mes de Octubre de año 2018, la autoridad nacional del agua (ANA) estableció la faja marginal de la torrentera de Chullo en la jurisdicción del distrito de Cayma, parte de esta faja marginal se encuentra ocupada actualmente por infraestructura urbana pública y privada.

López, L. (2019), Iturralde, M. (2018), Blaikie, P. (1996), Sedano R. (2013), Ribera Ll. (2004), Fernández, M. (2018), como resultado de sus investigaciones, nos sugieren acciones para la mitigación del riesgo por inundación como: la interceptación de agua pluvial en la parte alta; la construcción de diques o represas de almacenamiento, la forestación de las cuencas; la planificación urbana y zonificación de la tierra, la activación de sistemas de información y alerta temprana, en temas de riesgo, la elaboración de mapas de riesgo, la difusión, concientización, organización y capacitación de la población expuesta.

De allí el reto de plantear un plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia), apoyado en las experiencias y normatividad consultadas; y de esta manera contribuir a la seguridad y bienestar de la población del sector de estudio.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

#### ***Pregunta principal.***

- a. ¿Qué estrategias para un plan de gestión de mitigación de riesgo por inundación deben adoptarse en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma?

#### ***Preguntas secundarias.***

- a. ¿Cuáles son las amenazas de inundación que se presentan en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma y que características tienen?
- b. ¿Cuáles son los factores y niveles de vulnerabilidad de la población del sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, frente a la amenaza de inundación ocasionada por las lluvias?
- c. ¿Qué daños y desastres ambientales se producen en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, debido al riesgo por inundación en temporada de lluvias, en el período 2006-2017?

### **1.2. Justificación de la Investigación de la Problemática**

- a. Se justifica porque el analizar la amenaza y vulnerabilidad por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, posibilitará establecer estrategias de gestión adecuadas, para mitigar el riesgo por inundación, prevenir pérdidas humanas y materiales, evitar daños y desastres.
- b. Asimismo, sin el estudio de la gestión de riesgo por inundación en el sector de estudio, no se podrá generar un desarrollo equilibrado - sostenible en el distrito de Cayma y así generar beneficios sociales y económicos para la población, en armonía con el medio ambiente.

- c. Es de suma importancia este estudio porque el Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025 aprobado por la Municipalidad Provincial de Arequipa con Ordenanza Municipal Nro. 961-2016; en su plano de zonificación no ha contemplado como zona de riesgo la torrentera de Chullo, por el contrario se zonifica como zona RDM-2 (Residencial de Media densidad), permitiéndose edificaciones de hasta 6 pisos con una densidad hasta de 1400 hab/Ha, sin evidenciar en absoluto el peligro existente que se ha hecho notorio observando los últimos fenómenos pluviales suscitados en la región y en el sector de la torrentera de Chullo en particular, poniendo de esta manera en riesgo la vida e inversiones que se vienen desarrollando en este sector de estudio. En la actualidad se adolece de un instrumento de planificación que contemple el riesgo por inundaciones en el sector torrentera de Chullo del distrito de Cayma.

### **1.3. Objetivos Generales y Específicos**

#### ***Objetivos Generales.***

- a. Proponer un plan de gestión que posibilite la mitigación de riesgos por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma.

#### ***Objetivos Específicos.***

- a. Analizar la amenaza por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, cuantificando la magnitud y frecuencia de eventos pluviales, la ocupación de faja marginal, e identificación de áreas de riesgo por inundación.
- b. Estimar la vulnerabilidad en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, por amenaza de inundaciones, teniendo en

cuenta la creciente densificación urbana, el incremento poblacional, organización social económica de respuesta y recuperación, planes y políticas públicas.

- c. Identificar los daños y desastres producidos en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, debido al riesgo por inundación en temporada de lluvias, en el periodo 2006-2017.

#### **1.4. Alcances y Limitaciones**

##### ***Alcances.***

- a. El presente estudio se abocará al conocimiento del peligro, el análisis de la vulnerabilidad y la identificación del riesgo en un sector específico del distrito de Cayma como es el sector urbano inmediato a la torrentera de Chullo, tramo comprendido entre la Urb. Mirasol de Cayma hasta el puente La Concordia.
- b. La investigación abarca únicamente las urbanizaciones: Mirasol de Cayma, Santa Elisa, Jorge Basadre, Los Ángeles de Cayma, Monte Rosa, Los Frutales, Boulevard de Cayma, AVIDGE, Boulevard Los Arces, Explanada, León XIII; así como los pueblos tradicionales Los Arces, Señor de la Caña, Canoa, Av. Ejército.

##### ***Limitaciones.***

- a. La validación de un plan de gestión de riesgo implica la participación de un equipo técnico de trabajo integrado por funcionarios, profesionales y técnicos de las entidades públicas, Gobierno Regional y Gobiernos Locales; así como la convocatoria de profesionales y técnicos de la sociedad civil, Universidades, Colegios, especialistas de entidades de cooperación técnica, entre otros; convocatoria que está a cargo del titular de la entidad. El presente estudio se limitará a dejar planteado el plan, propendiendo a que se pueda plantear su validación posterior.
- b. La presente investigación incide en la recolección de información de eventos de precipitación del período 2006 al 2017.

## 1.5. Hipótesis General y Específicas

### *Hipótesis general.*

- a. La formulación de un plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, requerirá de políticas estratégicas que lleven a programas y proyectos para la mitigación de: las amenazas, la vulnerabilidad, los daños y desastres; en la zona de estudio.

### *Hipótesis específicas.*

- a. Las amenazas por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma; son: de tipo natural, el incremento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos pluviales en el período 2006-2017 en el distrito de Cayma; de tipo socio cultural, la edificación de puentes deficientes sobre el cauce de torrentera (puente Arquillo, puente Ángeles de Cayma, puente Pancho Fierro, puente del Diablo, puente Concordia), la ocupación con infraestructura pública y edificaciones privadas en la faja marginal y en el mismo cauce.
- b. La vulnerabilidad por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma; se da por: el incremento de la densificación urbana, la mínima organización social de respuesta y recuperación frente a riesgo por inundación, la falta de planes de gestión de riesgo y políticas públicas institucionales.
- c. Los daños y desastres por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma en el período 2006-2017, son: de tipo económico, pérdidas materiales, económicas, deterioro y colapso de: infraestructura pública (puentes, canales, pistas, veredas, bermas) e infraestructura privada (viviendas, comercios); de tipo social, lesiones físicas, damnificados, muerte.

## Capítulo II: Marco Teórico - Conceptual - Legal

### 2.1. Marco Teórico: Gestión para Mitigación de Riesgo por Inundación.

#### 2.1.1. Gestión del riesgo.

Para Lavell (2003) la gestión del riesgo “tiene que fundamentarse en el concurso articulado, consensuado y coordinado de diversos actores organizados e institucionalizados del desarrollo, de los sectores humanitarios y de seguridad humana, tanto del sector público, como el sector privado, y de la sociedad civil en general. Esto contando con la participación y colaboración de individuos, familias y comunidades humanas” (p.36).

Debemos considerar que estas formas institucionales y organizacionales deben regirse por conceptos jerárquicos y una clara delimitación de funciones, roles, responsabilidades, de los distintos actores sociales organizados.

Según Lavell (2003) el análisis y la gestión del riesgo deberían:

- “Tener una relación estrecha con el desarrollo y su gestión”.- La gestión del riesgo vista como una dimensión de la gestión del desarrollo y como una práctica transformadora que busca mayores niveles de seguridad humana integral.
- “Ser vista como un proceso y no como un producto”.- Capacidad de construir paulatinamente un problema y su solución. Proceso de naturaleza permanente que comprende varios componentes: El dimensionamiento objetivo del riesgo existente o futuro, el entendimiento de los procesos y actores sociales que contribuyen a su construcción. Una valoración del riesgo en el contexto de las modalidades de desarrollo y determinación de los niveles de riesgo aceptable. La postulación de políticas y estrategias de intervención y la toma de decisiones sobre las acciones y las secuencias más apropiadas y factibles; acompañado por la negociación de apoyos en el marco de relaciones entre distintos grupos e intereses sociales y territorios. La

implementación de estrategias y proyectos concretos, de evaluación y retroalimentación.

- “Estar sujeta a la participación y aprobación activa por parte de los pobladores en riesgo y sus organizaciones”.- La participación debe contemplarse no como un acto de consulta y fuente de información, sino como componente fundamental en un proceso de construcción de conocimiento y consenso logrado a través de la discusión, la capacitación, el intercambio de nociones sobre causalidades y soluciones.
- “Fomentarse a través de la creación o consolidación de estructuras organizacionales – institucionales permanentes y sostenibles y con representación de los actores fundamentales del riesgo y su gestión de la sociedad civil y política”.- Importancia de existencia de estructuras locales legitimadas con amplia participación incluyendo el municipio.
- “Buscar la integración, coordinación y concertación de actores sociales de niveles territoriales diferenciados”.- El éxito con la gestión local es más probable cuando existen nexos de colaboración, reflexión, concertación y acción que trascienden los límites de lo local y se proyectan a los niveles regionales, conjuntos de municipios y hasta nacionales.
- “Ser vista como algo transversal e integral”.- No es posible dividir la realidad de las intervenciones de una forma tan rígida y tajante, sino que existe un continuo de intervenciones con relaciones importantes entre las acciones llevadas a cabo en las fases distintas.
- “Buscar sostenibilidad en el tiempo y en el territorio”.- Proceso que mantiene vigencia y que es continuamente alimentado con nuevas acciones desde el nivel local”.

El enfoque integral de la gestión del riesgo según Keipi, Mora y Bastidas (2005), pone énfasis en las medidas ex-ante y ex-post y argumentan que dichas medidas dependen esencialmente de: “(a) la identificación y análisis del riesgo; (b) la concepción y aplicación de medidas de prevención y mitigación; (c) la protección financiera mediante la transferencia o retención del riesgo; y (d) los preparativos y acciones para las fases posteriores de atención, rehabilitación y reconstrucción” (p.8).

Podemos decir que entonces que la gestión local del riesgo tiene, entre sus razones y fundamentos, el hecho evidenciado de que, en caso de cualquier tipo de desastre, quienes reaccionan en primer lugar y conocen mejor sus amenazas son los pobladores y autoridades locales. Además, son los más interesados en promover su propio desarrollo y bienestar.

Keipi, Mora y Bastidas (2005) determinaron que el objetivo principal de una política de gestión de riesgo debe estar basada en: “Evitar o reducir los efectos de los desastres; las pérdidas de vidas humanas, económicas, sociales y ambientales”. Para ello indica que es necesario:

Introducir y socializar la prevención dentro de la cultura por medio de la educación formal e informal. Permitir y aceptar la viabilidad de una convivencia adecuada con las amenazas, de acuerdo con un nivel aceptable de riesgo. Reducir el riesgo por medio de la mitigación de la vulnerabilidad y, cuando sea posible, atenuando sus causas naturales. Apoyar la gestión del riesgo dentro de los parámetros nacionales, regionales, locales y sectoriales para la planificación del desarrollo. Desarrollar la capacidad efectiva de respuesta ante las emergencias y desastres, recuperar la calidad de vida de la población afectada, y rehabilitar y reconstruir los bienes y servicios de manera rápida, eficiente y segura. Influir sobre los procesos de planificación para el desarrollo, sin generar procesos paralelos, mediante un enfoque transversal. (p.15)

Son requerimientos de la gestión local del riesgo:

“Crear, promover y ampliar los marcos jurídicos de descentralización que fortalezcan las capacidades locales. Identificar y dar seguimiento a las amenazas locales. Apoyar la ejecución de programas que, dentro del proceso estratégico de desarrollo, incorporen la prevención dentro de la cultura de las comunidades. Fomentar que los actores públicos y privados se involucren en el ámbito local” (Keipi, Mora y Bastidas, 2005, p.19).

Allan Lavell (1999), asegura que;

La construcción de la ciudad implica automáticamente un cambio en los sistemas ecológicos y ambientales originarios. El ambiente natural se transforma en un ambiente construido, o social. La conversión de suelos naturales en tierras urbanas significa la remoción de la cobertura vegetal natural y su sustitución con asfalto, cemento u otros materiales industriales. Esto inevitablemente cambia la dinámica de las descargas pluviales y la dinámica pluvial de los ríos “urbanos”, con graves consecuencias en términos de inundaciones, si el proceso natural de control pluvial y fluvial no es compensado por la construcción de adecuados sistemas de drenaje urbanos. (p.5)

Tales contextos de concentración y centralización bajo modalidades de alta densidad significan una vulnerabilidad de altas proporciones en lo que se refiere a los peligros de daños extensos a la economía y población en el caso de desastre. La densidad de población, economía e infraestructuras concentrados en espacios limitados, garantizan elevadas pérdidas en caso de impactos de grandes proporciones. En la medida en que un centro urbano particular centraliza las funciones económicas, sociales y políticas de una región, zona, país, la vulnerabilidad se ve acentuada ante tal concentración, por el impacto que la destrucción o daño sufrido podría tener para el espacio mayor en su conjunto. (pp. 07-08)

Entender los procesos de conformación del riesgo, identificar los factores principales que contribuyen a su desarrollo y agudización, son acciones imprescindibles si la idea de la reducción del riesgo ha de convertirse en una práctica posible. La adecuación de los esquemas institucionales y organizacionales al logro de los objetivos de la reducción, se convierte en una meta de igual importancia, y un desafío en el contexto del desorden urbano prevaleciente y la tendencia a la privatización de la ciudad y del riesgo mismo. (p-11)

Pero entender el riesgo y medir, analizar o cuantificar sus expresiones sociales y territoriales, no es solamente necesario en cuanto a la búsqueda de la prevención y la mitigación del mismo. Esta comprensión se convierte en un pilar necesario para la planificación adecuada y la dotación de recursos consecuentes con las posibles necesidades durante tiempos de desastre y reconstrucción pos desastre en los centros urbanos. Además, la reconstrucción debe fundamentarse antes que nada, en la creación de condiciones de vida que no reproduzcan los mismos entornos de riesgo que permitieron que el desastre ocurriera. Sin entender estos entornos difícilmente se puede planificar para reducir su riesgo en las postrimerías de un desastre ya acontecido. La clave de la reducción del riesgo está en el entendimiento del riesgo mismo, en la educación acerca de él, y en la participación decidida y comprometida de todos los actores sociales, privados y públicos, en su resolución. (p.12)

### **2.1.2. Mitigación de riesgo.**

Se dice que el riesgo puede ser reducido:

Con una reducción en los grados de exposición de la sociedad lograda a través de la planificación del uso del suelo. Evitando que recursos naturales se transformen en amenazas socio-naturales por vía de los procesos de degradación del ambiente natural.

Limitando la exposición de la sociedad a los fenómenos físicos por medio de

estructuras de retención de éstos; diques, terrazas, muros de contención, etc.

Reduciendo la vulnerabilidad de la sociedad en sus diferentes dimensiones estructurales, sociales, económicas, organizacionales e institucionales, educacionales, etc. Previendo el riesgo futuro y controlando normativamente su desarrollo a través de la gestión prospectiva (Allan Lavell, 2003).

Kenneth Hewitt (1996), afirma que “países como Canadá, Nueva Zelanda o Suiza en los que, las redes de cuidado y servicios tienen un alto financiamiento y moral, han permitido sufrir privaciones menos severas durante situaciones de desastre, en comparación con sociedades en vías de modernización que carecen o dejan de invertir parte de su riqueza en servicios sociales y redes de seguridad, estando expuestos a un riesgo mucho mayor de sufrir desastres” (p.22).

Keipi (2005) por otra parte afirma que debemos considerar, en el proceso de planificación, la disminución de vulnerabilidad y amenazas; así mismo centrarnos en no generar nuevas vulnerabilidades. Lo ya construido pero vulnerable, debe ser mejorado, de acuerdo con niveles de riesgo aceptados. En caso de no poder reducir completamente la vulnerabilidad, se debe considerar el financiamiento de las pérdidas. “Tener presente que el post de un desastre es inevitablemente el pre del próximo”.

Según Kenneth Hewitt (1996) respecto a la prevención y mitigación indica lo siguiente: “la prevención de desastres dirige su atención hacia la causa del desastre, más que a lo que sucede cuando éste ha ocurrido”. (p 12)

La probabilidad de desastre es dependiente de tres grupos de factores: las amenazas; las vulnerabilidades; y la mitigación de desastres y medidas de respuesta, consistente en los planes o acciones pensados para modificar los riesgos”. (p 18)

López, L., Lozano de Poo, J., Torre, F., Rodríguez, J. y López, J. (2019) en el estudio El Ciclo Hídrico – Social de los ríos urbanos: transformaciones del paisaje hídrico en San

Luis Potosí, México; “se hace un llamado hacia la recuperación de los ríos urbanos, como ejes de equipamiento y recreación que restablezcan el vínculo sociedad – recurso natural, generen paisajes hídricos humanos y reduzcan riesgos por inundación. Concluye en que; las intervenciones deberían pugnar por la integración del paisaje natural al crecimiento urbano y viceversa. Se debe aprovechar los escurrimientos mediante infraestructura verde, recolección de agua pluvial a nivel doméstico y pozos de absorción que infiltren el agua de forma local. (pp. 66-67)

Iturralde, M. (2018) en la publicación Peligro de inundaciones por intensas lluvias en Cuba: Comportamientos; refiere como principales causas de inundaciones el relieve – zonas bajas, la deforestación y las intervenciones constructivas que obstaculizan el paso como caminos y puentes. Sugiere que; debemos modificar nuestro paradigma constructivo, para tomar en cuenta las amenazas climáticas a que estamos expuestos como consecuencia del calentamiento global. Manifiesta que; probablemente no hay un modo absoluto de evitar el desastre en cualquier parte del mundo, pero se pueden compartir conocimientos sobre la reducción de estos riesgos: En las montañas es necesario evitar la deforestación, pues la vegetación tiene la capacidad de absorber parte de la lluvia. Elaborar mapas de nivel máximo de inundación. Propender a la localización de desarrollos urbanos en terrenos altos. Realización de obras de drenaje en carreteras; así como encauzamientos y puentes bien asentados en el sustrato. Limpieza de basura en los cauces y drenajes, evitando obstrucciones. Señalización de alerta de áreas inundables en vías de acceso. Implementar acciones de alerta temprana. (pp. 38-42)

El Instituto Nacional de Defensa Civil en convenio con la Universidad Nacional de San Agustín (2001), elaboraron el estudio Mapa de peligros y lineamientos para el plan de usos del suelo de la ciudad de Arequipa, mencionan que:

La evaluación de riesgos comprende una evaluación conjunta de los peligros naturales que amenazan la ciudad y la vulnerabilidad a ellos determinada en función al análisis de cada uno de los factores anteriormente enunciados para estimar las probables pérdidas frente a un determinado evento peligroso. El Mapa de Riesgos es el resultado de la superposición del Mapa de Peligros y el Mapa de Vulnerabilidad, determinándose el nivel de riesgo según una matriz diseñada para tal fin. De esta manera se establecen para la ciudad sectores de Riesgo Alto, Riesgo Medio, Riesgo Bajo y Riesgo Potencial (...).

Los análisis formales de riesgo implican: una estimación de los costos que podrían generar las pérdidas y daños estimados (...); la identificación de los Sectores Críticos en función del Mapa de Riesgo de la ciudad; así como un perfil de Plan de Mitigación de desastres principalmente ante sismos e inundaciones que concluye con programas y proyectos. (pp. 08-09)

### **2.1.3. Riesgo por inundación**

Piers Blaikie et.al. (1996) respecto a las inundaciones indica que:

Tal vez para sorpresa nuestra, la inundación es considerada por algunas autoridades como el desastre que afecta más gente que cualquier otro (...). Las inundaciones destruyen vidas no sólo por ahogo y daño directo sino también debido a las enfermedades asociadas y la hambruna (...). La actividad humana y los medios de subsistencia llevan a la población a localizarse en áreas rurales y urbanas que son propensas a inundaciones y el número de personas vulnerables se aumenta a medida que la población crece y la falta de lugares alternativos de asentamientos ubica a mucha gente en terrenos aluviales (...). Por ejemplo, se pueden generar nuevas amenazas a inundaciones en pueblos y ciudades a través de presiones económicas y sociales que obligan a la población marginada a acudir a localizaciones urbanas

propensas a las inundaciones. El suelo está cubierto de superficies impermeables y los asentamientos que invaden las laderas de las colinas aumentan la tasa de escurrimiento, lo cual lleva a inundaciones donde antes no había.

Las aguas de las inundaciones traen riesgos de enfermedades como el cólera y la disentería, que provienen de las aguas negras esparcidas y la contaminación del agua potable. Puede haber un rápido crecimiento de la incidencia de la malaria y fiebre amarilla debido a la multiplicación de insectos vectores en el agua estancada (...).

Las enfermedades respiratorias a veces se vuelven graves después de inundaciones de comienzo lento y cobran víctimas especialmente entre los niños más jóvenes, bebés y ancianos (...). Una respuesta común de prevención de inundaciones fluviales es tratar de mejorar su desastroso impacto mediante modificaciones del flujo de la corriente.

Los controles de descarga incluyen una pequeña serie de medidas que casi siempre implican un alto nivel de inversión técnica (y de capital). Dentro de este contexto se utilizan los diques y represas a gran escala (...). Existen otros métodos de control de los cauces que se utilizan (junto con la canalización de los ríos) para proporcionar almacenamiento de emergencia para el agua de inundación. Estos pueden ser lagos existentes que se unen al cauce del río o depresiones artificiales o áreas bajas. El dique que lleva al lago se puede romper deliberadamente y el agua del flujo pico se almacena luego para evitar que el río tenga niveles peligrosos aguas abajo (...).

Medidas para evitar inundaciones, cuando se conocen amenazas de inundación de un río, las medidas de zonificación de la tierra pueden ser efectivas para evitar el desastre literalmente evitando la inundación. Infortunadamente es común en los países en vía de desarrollo que haya población que ignora o evade esas restricciones. Colonizando en pendientes inestables que pueden derrumbarse con grandes tormentas o en áreas bajas propensas a la inundación (...).

Las políticas de mitigación pueden salvar vidas y proteger propiedad aun cuando la inundación misma no se pueda prevenir, contener o evitar. El más convencional de esos métodos preparatorios son los sistemas de alerta temprana de inundaciones, la efectividad de los cuales se ha manifestado en una gran serie de países. (pp. 01-20)

Silvia Gonzales (2005) en su publicación *Ciudad visible versus ciudad invisible* hace referencia a la aparición de la ciudad invisible en el momento en que los arroyos quedaron ocultos bajo calles y avenidas, desde entonces el problema de las inundaciones parece haber desaparecido y sólo vuelve a descubrirse cuando la lluvia intensa, los arroyos desborda y anegan calles, viviendas, comercios y sótanos, impactando severamente a la población; la ciudad visible irrumpe bajo la forma de una inundación catastrófica y desnuda la otra causa de la amplificación de la peligrosidad: la omisión de la inundación en la toma de decisiones materializada en las normas urbanísticas. Propone establecer acuerdos entre todos los sectores a fin de definir los pasos que se han de seguir y de integrar la gestión del riesgo como una práctica que atraviese horizontalmente las esferas de la acción política y de la sociedad civil; los acuerdos así logrados apuntarán a cerrar la brecha entre la ciudad visible y la ciudad invisible. (pp. 53-67)

Ruth Sedano (2013) en su publicación *Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*, plantea un modelo de gestión que incorpora el conocimiento del riesgo, estrategias de prevención y mitigación, planes de respuesta y recuperación; considera de especial importancia la construcción de mapas de riesgo apoyados en Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que sintetizan el conocimiento sobre el daño potencial de una inundación y sirven como herramienta para la toma de decisiones; dentro del grupo de actuaciones no estructurales ineludibles figuran los planes de ordenamiento territorial, los planes de respuesta a emergencias, rehabilitación y reconstrucción; la aplicación de métodos de toma de decisiones participativos para la selección de actuaciones; la colaboración de la

comunidad en la construcción de los planes de respuesta y recuperación; y por último, realizar la evaluación de los resultados para ajustar los planes a los cambios en la amenaza y la vulnerabilidad en el tiempo.

Ricardo Garnica y Irasema Alcántara (2004) en su estudio Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz, México, considera de importancia en primer lugar el análisis de ocurrencias de inundaciones y de precipitaciones para el cálculo del caudal máximo; luego la identificación del peligro a través de la delimitación de las áreas susceptibles a inundación a partir de la identificación de la morfología y elaboración de perfiles topográficos; en tanto la vulnerabilidad se analiza en función de las características socioeconómicas de la población involucrada con la determinación del grado de condiciones desfavorables o precarias de la población. (pp. 34-41)

Seguinot, B., Barbosa, S. Batista, J y Sánchez, L. (2008) en la publicación Evaluación de Riesgos por Inundaciones en los Municipios de Carolina y Loiza, Puerto Rico; consideran de importancia la identificación de áreas prioritarias de intervención, la combinación de la altitud y pendientes bajas son factores que tienden a propiciar las zonas de inundación; hay mayor vulnerabilidad: al poblarse terrenos que no son buenos para vivir; al construir casas precarias sin buenos cimientos y de material inapropiado; la falta de condiciones socioeconómicas como el bajo ingreso y nivel educativo.

Fernández, M., Méndez, I. y Muñoz, R. (2018) en la investigación Exposición a inundaciones en Moravia, San José, Costa Rica, Reflexiones; menciona que el objetivo del estudio fue identificar áreas inundables a fin de gestionar el riesgo; se requiere un plan para reducir el riesgo; pero sin estudios que pongan en evidencia y muestren los sitios de posible afectación es difícil iniciar planes que busquen mitigar y prevenir; para lograr el mapa de

sitios inundables se hace necesario el estudio de acontecimiento se origen natural, la bibliografía e informes técnicos elaborados por funcionarios de entidades públicas.

López, L., Lozano de Poo, J., Torre, F., Rodríguez, J. y López, J. (2019) en el estudio El Ciclo Hídrico – Social de los ríos urbanos: transformaciones del paisaje hídrico en San Luis Potosí, México; menciona que “los hallazgos encontrados, indican que los cauces han sido modificados en beneficio del crecimiento urbano, el vínculo social con los ríos como elementos naturales se ha roto, ahora son percibidos como fuentes de contaminación y riesgo; los ríos como espacios residuales, conservan su lecho natural, se convierten en repositorios de basura, erosión, inseguridad que promueve actividades delictivas en espacios públicos; al pavimentar los ríos se impermeabiliza una superficie que de manera natural infiltra agua al subsuelo, se aceleran las escorrentías que provocan inundaciones aguas abajo. El ciclo hidrológico que entiende al recurso como apolítico reduciéndolo a su dimensión material; es concebido por el autor como el ciclo hidro – social que aborda al agua como parte de las relaciones sociales. (pp. 45-49)

Lluís Ribera (2004) en su publicación titulada: Los mapas de Riesgo de Inundaciones, representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas; afirma que los mapas de riesgo de inundaciones deberían mostrar las inundaciones en relación con los impactos potenciales que éstas pueden llegar a producir en personas, bienes y actividades; propone un procedimiento para su realización, para ello es preciso disponer de los mapas de áreas inundables y de mapas de peligrosidad, con el objetivo de localizar y caracterizar la inundación; asimismo es imprescindible contar también con los mapas de exposición y de vulnerabilidad; la superposición de estos dos pares de mapas proporciona la cartografía de riesgo de daños por inundación; además afirma que el uso de las llamadas nuevas tecnologías, como los SIG, la percepción remota, los sensores

hidrológicos o Internet, representa un potencial de gran valor para el desarrollo de los mapas de riesgo de inundaciones.

Díez, Lain y Llorente (2008) autores de Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones de España, mencionan que las inundaciones, se producen por la magnitud de la crecida que lleva al desbordamiento, medida en términos de caudal por km<sup>2</sup> o de caudal relativo al medio, es muy superior a la de los ríos que avenan grandes cuencas, de ahí su mayor severidad y tienen un tiempo de presentación mucho más rápido tras la lluvia, normalmente, pocos minutos o muy pocas horas, frente a los días que tarda una avenida en recorrer el curso de un gran río.

Así mismo argumenta que:

Con velocidades superiores a un metro por segundo y con cierto calado, se considera suficiente para arrastrar a una persona; menores velocidades se precisan aún para desplazar en flotación, vehículos y otros enseres. Especialmente los cambios bruscos de velocidad, como los que producen los saltos hidráulicos (cambios de régimen en cascadas y estrechamientos), en los que la liberación de energía, es tal, que los enseres y personas quedan atrapados con enormes dificultades para ser recuperados o rescatados. Durante las inundaciones, las velocidades pueden superar incluso los 4 a 6 m/s, valores con los cuales se arrastran objetos voluminosos y pesados, e incluso crean remolinos y peligrosos fenómenos de succión del aire por efecto Venturi y sobrepresiones por cavitación (...).

Los materiales transportados, pueden producir daños a las personas por impacto, generando traumatismos, abrasiones de diversa consideración e incluso la muerte por politraumatismo; algo semejante, ocurre con los bienes materiales y las construcciones (...). (pp. 25-26)

Básicamente indica que los parámetros topográficos, como la pendiente de la cuenca, corrientes fluviales, o el tamaño y la forma de la cuenca, el tipo de suelo, su geometría y la cubierta vegetal del terreno; al igual que otras condiciones como lluvias, etc. nos dicen que las mayores inundaciones se dan en pequeñas cuencas de montaña, con formas redondeadas, altas pendientes, suelos delgados e impermeables y ausencia de vegetación. Algunos de los factores que pueden causar las inundaciones, aparte de considerar a la velocidad, que ya mencionamos anteriormente, hay otra fuerza, como es el aumento de la corriente, que en general, puede erosionar el lecho y las márgenes del cauce produciendo socavación de infraestructura e inestabilidad de laderas. Otro de los “amplificadores”, es la carga sólida arrastrada por el agua, ya sea en suspensión, en el seno del fluido, ya sea como carga de fondo (Por saltación, rodadura o arrastre) o en flotación. Los materiales que son transportados, pueden producir daños a la gente e incluso a la infraestructura. Estos materiales detríticos o restos vegetales, producen diferentes efectos hidráulicos en la corriente, como aumento de la densidad y viscosidad, como también disminuyen la velocidad; con el consiguiente incremento en la altura de la lámina de agua. Al igual que los elementos vegetales y todos los materiales de floración, dificulta el flujo y paso por estrechamientos (Puentes o sistemas de alcantarillado) Incitando su colapso y rotura. (pp. 30-50)

Ricardo Cruz (2007), en su tesis *Gestión de Riesgo por Inundación en Asentamientos Populares en el distrito Mariano Melgar, Arequipa*; propone un Modelo de Gestión del Riesgo respondiendo a las características y condiciones sociales y culturales de los sectores populares del Perú y Arequipa en particular, los componentes del modelo consisten en una superposición de procesos parciales interrelacionados todos encaminados hacia la búsqueda del desarrollo sostenible de la comunidad: Análisis participativo de riesgos. Reducción de riesgos. Atención de desastre y recuperación.

Fernández-Dávila y Benites (1999) en el estudio Inundaciones en la localidad de Arequipa ocasionadas por el ingreso de las torrenteras, concluye que:

En las zonas altas de la ciudad, especialmente en Cayma y en Zamácola, los cauces de las torrenteras tienden a desaparecer debido a la desordenada invasión de pobladores que se establecen en asentamientos sin planificación ni ordenamiento territorial de ninguna clase.

Las torrenteras de Arequipa se ordenan decrecientemente de acuerdo a su peligrosidad respecto a inundaciones de la siguiente manera: 1. Zamácola. 2. Paucarpata. 3. Mariano Melgar. 4. Miraflores. 5. Polanco. 6. San Lázaro.

La máxima peligrosidad de la torrentera Zamácola, se debe principalmente a la elevada cantidad de puntos vulnerables, correspondiendo principalmente a puentes deficientemente diseñados y ubicados en la parte baja de la torrentera. Así mismo, aparece una zona de alta peligrosidad en el ramal Pasto Raíz contribuyente de la torrentera Zamácola, el que ha sido parcialmente rellenado para dar lugar a la instalación de precarios asentamientos humanos.

Recomiendan lo siguiente:

Es de necesidad crítica y perentoria realizar evaluaciones periódicas y un estrecho seguimiento con el fin de detectar los cambios que se operan en los cauces de las torrenteras, principalmente los de origen antropogénico, actividades que deben ser asumidas por organismos competentes e idóneos.

Es necesario demandar a los organismos competentes y afines, que procedan a realizar las acciones tendientes que tengan por principal objetivo planificar y ejecutar las obras indispensables y suficientes para subsanar las deficiencias detectadas en las torrenteras de Arequipa y prevenir las futuras. Y ampliar los estudios hacia las zonas de futura expansión, principalmente las correspondientes al Cono Norte y las destinadas al COFROPI.

Plantear a las autoridades locales y centrales la imprescindible tarea de realizar la planificación necesaria y obtener la concreción de un Ordenamiento Territorial racional y sostenido para el desarrollo de zonas urbanas de Arequipa, teniendo en cuenta la prevención de desastres naturales.

Es muy recomendable la necesidad de densificar la red climática y pluviométrica para la óptima realización de estudios de esta naturaleza y demandar al SENAMHI la emisión fluida de su información climática e hidrológica.

Con relación a las microcuencas de las torrenteras, se evidencia la necesidad de adoptar medidas de forestación e instalación de especies vegetales adecuadas que generen una significativa disminución de la escorrentía superficial acuática y la erosión del suelo, pudiéndose recomendar las plantaciones de tunales, cuyo aparato radicular con estructura de malla retiene eficazmente el agua y el suelo superficial.  
(pp. 47-50)

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Riesgo de desastre.**

Se define riesgo de desastre a la “probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro” (SINAGERD, 2011).

“Se dice que la relación entre amenaza o peligro, vulnerabilidad y riesgo se puede sintetizar en la siguiente expresión:  $R = A \times V$

Dónde: R= Riesgo      A= Amenaza o Peligro      V= Vulnerabilidad”

(Convenio INDECI - UNSA, 2001, p.8).

**Análisis de Riesgos.** “Procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los

riesgos, para lograr un desarrollo sostenible mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres” (CENEPRED, 2013).

*Evaluación de Riesgos.* “Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos” (CENEPRED, 2013).

### **2.2.2. Gestión del riesgo de desastres.**

Es el proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre. (Ley N°29664, 2011, art.3)

En este sentido SINAGERD (2011) en el Decreto Supremo N° 048 establece los siguientes procesos:

- a) Estimación del riesgo: Para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres. (art.23)
- b) Prevención y reducción del riesgo: Acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenibles. (art.25)
- c) Preparación, respuesta y rehabilitación: Acciones que se realizan con el fin de procurar una óptima respuesta de la sociedad en caso de desastres, así como la rehabilitación de los servicios básicos indispensables. (art.29, 31, 33)
- d) Reconstrucción: Acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física, económica y social de las comunidades afectadas. (art.35)

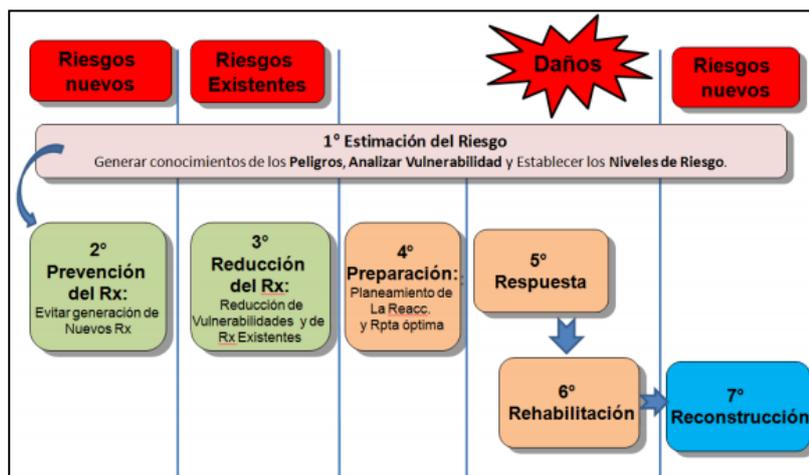


Figura 1. Procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres. (Minsa, 2016)

El Minsa (2016) en su plan de prevención de riesgos de desastres menciona tres componentes de la gestión de riesgos:

*Gestión prospectiva:* Conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.

*Gestión correctiva:* Conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

*Gestión reactiva:* Conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo. (p.10)

### 2.2.3. Plan de gestión de riesgos.

Allan Lavell (2003) en sus apuntes registrados en la definición sobre la gestión de riesgos define el plan de gestión de riesgos como:

Un conjunto coherente y ordenado de estrategias, programas y proyectos, que se formula para orientar las actividades de reducción de riesgos, los preparativos para la atención de emergencias y la recuperación en caso de desastre. Al garantizar condiciones apropiadas de seguridad frente a los diversos riesgos existentes y

disminuir las pérdidas materiales y consecuencias sociales que se derivan de los desastres, se mejora la calidad de vida de la población. (p. 20)

Según el CENEPRED (2013) en su publicación de Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres ha determinado algunos conceptos que consideraremos para la presente investigación:

***Medidas estructurales.*** Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a los peligros.

***Medidas no estructurales.*** Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación. (p.92)

#### **2.2.4. Amenaza/Peligro.**

Se entiende por Allan Lavell (2003) el concepto de amenaza como:

Un peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo y en un territorio particular de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente”. Es un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en dentro de un periodo de tiempo definido. (p.17)

El Programa de Manejo Integral de Cuencas COSUDE (2006) precisa los siguientes apartados para la base conceptual de tipos y amenazas y peligros:

***Amenazas Socio Naturales.*** Estas se dan por la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas, pero quienes sufren los efectos de

estas reacciones, no son siempre los mismos que las han causado. Se expresan a través de fenómenos que parecen ser producto de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos interviene la acción humana.

Entre estas se tiene: la inundación. (p. 13-14)

### **2.2.5. Vulnerabilidad.**

“Factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado, de ser susceptible a sufrir un daño, y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un fenómeno peligroso de origen natural o causado por el hombre se manifieste. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determinan el carácter selectivo de la severidad de sus efectos” (Lavell, 2003, p.21).

**Análisis de la vulnerabilidad.** “Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se analiza los factores de exposición, fragilidad y la resiliencia en función al nivel de peligrosidad determinada, se evalúa el nivel de vulnerabilidad y se elabora el mapa del nivel de vulnerabilidad de la unidad física, social o ambiental evaluada” (CENEPRED, 2013, p.19).

*Exposición.* “Está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad” (CENEPRED, 2014, p.122).

*Fragilidad.* “Está referida a las condiciones a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad” (CENEPRED, 2014, p.122).

*Resiliencia.* El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (2011) define este concepto como la “capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro” (p.3). Por su parte el CENEFRED (2014) en su manual de evaluación de riesgos refiere que la resiliencia “está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad (p.123).

#### **2.2.6. Mitigación.**

Allan Lavell (2003) define a esta acción como la “planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo totalmente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias y sólo es posible atenuarlas” (p.19).

#### **2.2.7. Inundación.**

“Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes. Las inundaciones pueden generar daños para la vida de las personas, sus bienes e infraestructura, pero además causan

graves daños sobre el medio ambiente y el suelo de las terrazas de los ríos. Las inundaciones son causas de erosión y sedimentación de las fuentes de agua” (INDECI, 2011, p.10).

***Inundaciones pluviales.*** Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable (INDECI, 2011, p.12).

#### **2.2.8. Desastre.**

Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad; representadas de forma diversa y diferenciada por, entre otras cosas, la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción, pérdida o inutilización total o parcial de bienes de la colectividad y de los individuos así como daños severos en el ambiente. (Allan Lavell, 2003, p.18).

***Daño.*** Efecto adverso o grado de destrucción causado por un fenómeno sobre las personas, los bienes, sistemas de prestación de servicios y sistemas naturales o sociales (Allan Lavell, 2003, p.17).

***Damnificado.*** “Condición de una persona o familia afectada parcial o íntegramente en su salud o sus bienes por una emergencia o desastre, que temporalmente no cuenta con capacidades socioeconómicas disponibles para recuperarse” (SINAGERD, 2011, p.2).

#### **2.2.9. Ciclo hidrológico.**

Según Gálvez (2011) representante del SENAMHI, se indica: El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo de debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento). (p.8).

### ***Cuenca Hidrográfica.***

Ordóñez (2011) define “la cuenca hidrográfica como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago o mar.” (p.12).

#### **2.2.10. Sistema hidrológico.**

Como lo refiere la UNESCO (2006), el ciclo hidrológico podría considerarse como un sistema, cuyos componentes son: precipitación, evaporación, escorrentía, y las otras fases del ciclo, tal como se muestra en la siguiente figura.

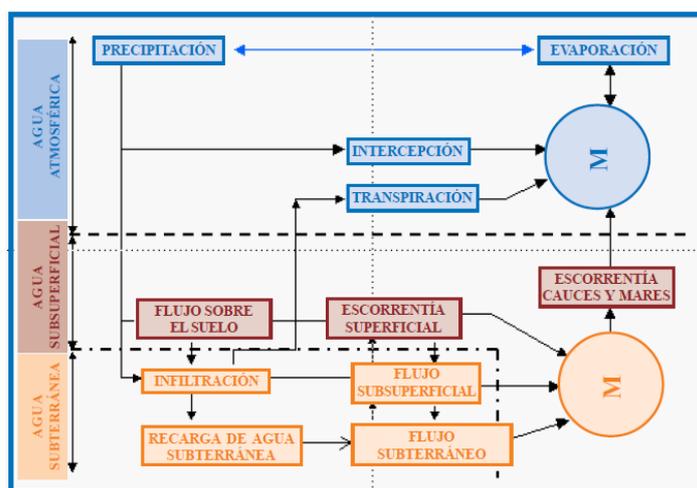


Figura 2. Representación del sistema hidrológico. (UNESCO, 2006).

La expresión escurrimiento superficial desarrollada por la UNESCO en el Programa Hidrológico Internacional (2006), suele referirse al “volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración”.

En una de las publicaciones realizadas por ingeniera geóloga Lourdes Vega referida al escurrimiento superficial o directo lo define como “la función de la intensidad de la precipitación y de la permeabilidad de la superficie del suelo, de la duración de la precipitación, del tipo de vegetación, de la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, de la profundidad del nivel freático y de la pendiente de la superficie del suelo”, como lo refiere en la siguiente figura:

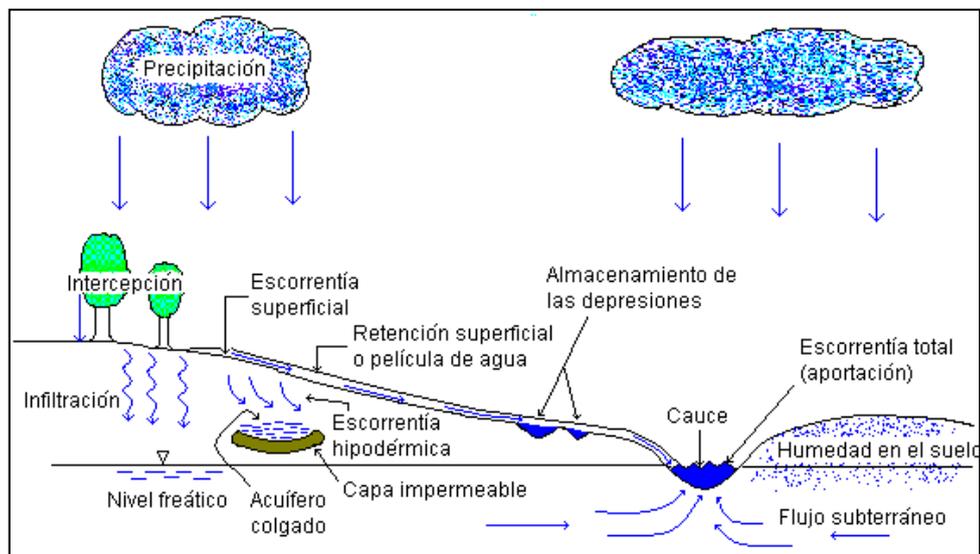


Figura 3: Tipo de escurrimiento o escorrentía. (Vega,s.f.)

**Escorrentía subsuperficial.** “Es el agua que ha sido previamente infiltrada y no alcanza el almacenamiento subterráneo o acuífero, por lo tanto debe ser considerada como parte de la escorrentía” (Ordoñez, 2011, p.14).

**Intercepción.** “Es la parte de la precipitación que es interceptada por objetos superficiales como la cubierta vegetal o los tejados, en general, parte de esta agua interceptada nunca alcanza al suelo porque se adhiere y humedece estos objetos y se evapora” (Ordoñez, 2011, p.13).

**Transpiración.** “Es la evaporación a través de las hojas. El proceso fisiológico de alimentación de las plantas se efectúa mediante el paso de ciertas cantidades de agua, portadoras de los alimentos, por el interior de ellas y ese tráfico solamente es posible gracias a la traspiración” (Ordoñez, 2011, p.24).

**Evapotranspiración.** “Es el total de agua convertido en vapor por una cobertura vegetal; incluye la evaporación desde el suelo, la evaporación del agua interceptada y la transpiración por los estomas de las hojas” (Ordoñez, 2011, p.14). La alta tasa de evapotranspiración de los bosques puede provocar que durante épocas relativamente secas el subsuelo sea más seco que el mismo tipo de suelo bajo otra cobertura. Si en estas condiciones ocurre un evento fuerte de precipitación, gran parte del agua infiltra es usada para llenar la capacidad de almacenamiento del suelo, y no escurre superficialmente. Este fenómeno puede contribuir en ciertos casos a mitigar un evento de inundación (sobre todo en cuencas pequeñas).

Según Domingo, Villagarcía y Were (2003) argumenta que la evapotranspiración tiene importancia cuantitativa, ya que como promedio global, el 57% de la precipitación anual es devuelta a la atmósfera por evapotranspiración, alcanzando valores del 90 y 100% en zonas áridas y desérticas. Las cantidades de agua que por este concepto vuelven a la atmósfera y la energía necesaria para ello, alcanzan cifras también realmente notables (...) Por tanto la ET es un componente fundamental del balance del agua y un factor clave en la interacción ente la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación afecta por tanto a una gran variedad de especialidades científicas entre otros a los planificadores regionales. (pp. 1-2)

**Caudal.** “El volumen de fluido que pasa en la unidad de tiempo (seg) a través de una sección transversal de una corriente de agua, se llama caudal” (Ordoñez, 2011, p.11).

**Precipitación.** “Toda agua meteórica que cae en la superficie de la Tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellos son provocados por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental” (UNESCO, 2006, p.13).

**Bosques Montanos.** Son conocidos como bosques de neblina, y ceja de montaña.. Son importantes para la protección de cuencas altas de los ríos, aspecto que es crucial para los ríos de la zona norte donde el agua es de trascendental importancia para la agricultura y el uso urbano. Para la seguridad de los pobladores, su importancia radica en su utilidad para la conservación de la infraestructura vial y el agua, y para el control de los desastres naturales en forma de aluviones. (UNESCO, 2004, p.54)

Los bosques protegen el suelo de la fuerte erosión que puede ocasionar el agua.

**Acuífero subterráneo.** Parte del agua que cae por la precipitación de lluvia y nieve se incorpora a lagos, ríos, arroyos y océanos. El agua que no se evapora directamente de los lagos y ríos o es transpirada por las plantas, se filtra a través del subsuelo y pasa a formar los acuíferos subterráneos. (UNESCO, 2004, p.63)

**Factor de cobertura vegetal.** La cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo, si no la velocidad de la escorrentía superficial. (...). Los principales factores que controlan la cubierta vegetal son las copas, superficie de la vegetación, uso de la tierra, rugosidad de la superficie y la humedad del suelo. (SENAMHI, 1991, p.21)

**Caudal Instantáneo Máximo.** Según el MINAGRI (2016) indica que el método racional se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga

de una cuenca hidrográfica, recomendando para cuenca con área de drenaje menores a los 10 km<sup>2</sup>. La fórmula básica del método racional es:

$$Q = I \times A \times C$$

Dónde:

Q = Caudal máximo expresado en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escurrimiento (o coeficiente de escorrentía) tabla con valores numéricos

I = Intensidad de la precipitación concentrada en mm

A = Área de la cuenca hidrográfica en m<sup>2</sup>.

### **2.3. Marco Legal**

#### **2.3.1. El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre.**

La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente. Las entidades públicas, en todos los niveles de gobierno, son responsables de implementar los lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres dentro de sus procesos de planeamiento. (SINAGERD, 2011).

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) es un organismo público ejecutor, con calidad de pliego presupuestal, adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, con las siguientes funciones: (...) e. Establecer los lineamientos para la elaboración de planes de prevención y reducción del riesgo, lo que implica adoptar acciones que se orienten a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible. (Ley N°29664, 2011, art.12.)

En concordancia con el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres las entidades públicas en todos los niveles de gobierno formulan, aprueban y ejecutan, entre otros, los siguientes Planes: a. Planes de prevención y reducción de riesgo de desastres. b. Planes de preparación. c. Planes de operaciones de emergencia. d. Planes de educación comunitaria. e. Planes de rehabilitación. f. Planes de contingencia. (Decreto Supremo N° 048, 2011, art 39).

### **2.3.2. Los lineamientos técnicos del proceso de reducción de riesgo.**

La Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, la cual aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, establece la terminología básica de dicho proceso, los procedimientos técnicos y administrativos que permiten generar el conocimiento de los peligros, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que viabilicen la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres, así como los entes competentes para la ejecución de los informes y/o estudios de evaluación de riesgos a nivel de gobiernos regionales y locales (municipalidad provincial y distrital).

Es una función de las entidades antes mencionadas la identificación y priorización de programas y proyectos que permitan la reducción de los riesgos existentes, los cuáles serán incorporados en los programas presupuestales sectoriales, regionales y locales. Dichos programas, proyectos y actividades tendrán un carácter de ejecución inmediata y de cumplimiento obligatorio, por cada uno de las entidades que conforman el SINAGERD.

Según el CENEPRED (2013) indica que Los Gobiernos Regionales y Locales tienen entre otras la función de considerar medidas estructurales y no estructurales para reducir los riesgos existentes, como: Recuperación de áreas ambientalmente degradadas. Regulaciones, ordenanzas, reglamentaciones, actualizaciones de normas. Desarrollo de programas de renovación urbana. Modificación de prácticas y comportamientos que incrementan los niveles de las vulnerabilidades y riesgos.

Marcos institucionales para ambientes participativos y ejercicio del poder para viabilizar la seguridad del territorio. Gestión integrada de los recursos hídricos. (p.100)

El CENEPRED en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (2014); establece la metodología para la evaluación de riesgos: 1. El análisis y evaluación de la Peligrosidad, con las siguientes fases: Recopilación de información de tipo geográfico, urbanístico, infraestructuras básicas. Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio. Parámetros de evaluación del fenómeno. Análisis de la susceptibilidad. Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles. Definición de escenarios. Estratificación del nivel de peligrosidad. Niveles de peligrosidad. Elaboración del mapa del nivel de peligrosidad. 2. El análisis de la Vulnerabilidad, que comprende: El análisis de los factores de vulnerabilidad de exposición, fragilidad y resiliencia. Análisis de los elementos expuestos sociales, económicos y ambientales. Determinación y estratificación de los niveles de vulnerabilidad. Elaboración del mapa del nivel de vulnerabilidad. 3. Estimación o cálculo del riesgo; con la identificación de áreas o tramos de riesgo potencial, impactos significativos, cuantificación de las pérdidas. Elaboración del mapa del nivel de riesgo. 4. Medidas de Prevención y Reducción de Desastres: Medidas estructurales y medidas no estructurales. 5. Control de riesgos.

El CENEPRED (2013) establece los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres, con la Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, publica el Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales; en el cual, se establece 06 fases para la elaboración de los planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres:

Fase 1.- Preparación del Plan. Mediante la formulación de un plan de trabajo, la identificación de actores locales y generación de un equipo técnico de trabajo; la sensibilización mediante la difusión y capacitación de los actores participantes (...).

Fase2.- Diagnóstico del Área de Estudio. Con la recopilación de información estadística e histórica y su sistematización; la generación de información sobre el territorio e información específica sobre los peligros, vulnerabilidades y niveles de riesgo incluyendo entrevistas y observación de campo, que son temas de evaluación de riesgos y la construcción de escenarios de riesgo efectuados para el ámbito de estudio; finalmente la organización y sistematización de esta información permitirá redactar el diagnóstico (...).

Fase 3.- Formulación del Plan. Se definen los objetivos, las estrategias y los programas, actividades, proyectos, acciones y finalmente se hace la propuesta del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (...).

Fase 4: Validación del Plan. El objetivo de esta fase es oficializar y legitimar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, a efectos de facilitar su implementación ya sea por la Entidad Pública, Gobierno Regional o por el Gobierno Local con la participación del sector público y privado y de la comunidad en general (...).

Fase 5: Implementación del Plan. Consiste en la institucionalización de la propuesta y la asignación de recursos necesarios para llevar a cabo los programas, actividades, proyectos y acciones indicadas en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (...).

Fase 6: Seguimiento y Evaluación del Plan. La ejecución de los planes debe activar mecanismos de seguimiento y evaluación, básicamente, para disponer de la información y programar las medidas correctivas en los programas, actividades, proyectos y acciones e incluso en la misma visión de desarrollo. En general, se trata de ajustar las medidas a las nuevas condiciones, para la obtención de los objetivos. (pp. 105-113)

### **2.3.3. La inclusión de la gestión de riesgos de desastres en la legislación de la planificación urbana.**

Según el Decreto Supremos 022-2016-VIVIENDA que aprueba el reglamento de acondicionamiento territorial y desarrollo urbano sostenible en su artículo 65 y 66 refiere:

En los procesos de formulación del PDU, el PDM, en forma complementaria a las normas vigentes en materia de Defensa Civil y con arreglo a la Ley N° 29664, Ley que Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD; se debe incorporar el análisis de estimación de riesgos con el objetivo de reducirlos. El riesgo se constituye en una de las variables de análisis para establecer:

- Las Directrices y parámetros para la clasificación del suelo y la zonificación.
- Identificación de sectores críticos para la actuación y/o Intervención para determinar las medidas estructurales y no estructurales a ejecutarse a corto, mediano y largo plazo.

### **2.3.4. Competencias y funciones específicas generales de las municipalidades, en materia de planificación y seguridad por riesgos naturales.**

Según la Ley N°27972-2003, En su artículo 79 considera como una de sus funciones exclusivas de las municipalidades provinciales el “aprobar el Plan de Acondicionamiento Territorial de nivel provincial, que identifique las áreas urbanas y de expansión urbana, así como las áreas de protección o seguridad por riesgos naturales; las áreas agrícolas y las áreas de conservación ambiental”.

### **2.3.5. Normatividad de ordenamiento territorial.**

*El Plan Director de Arequipa Metropolitana 2002-2015.* Aprobado por Ordenanza Municipal Nro. 160-2002 por la Municipalidad Provincial de Arequipa (2002), considera a la torrentera de Chullo con la zonificación TE (zona de tratamiento especial y de alto peligro por suelos inestables: conformada por las áreas identificadas en los estudios de peligro como de alto riesgo, como los cauces de las torrenteras que cruzan la ciudad).

*El Plan Urbano Distrital de Cayma 2006-2015*. Ordenanza Municipal Nro. 013-2006 y Ordenanza Municipal N° 199-2016-MDC que amplía el plazo de vigencia y ratifica el contenido de la Ordenanza Municipal N° 013-2006-MDC, considera a la torrentera de Chullo con la zonificación Zona de Reglamentación Especial – Tipo 2 (Lechos de Torrenteras y Áreas Aledañas) ZRE-2, se define como zona que corresponde a las áreas ocupadas por los cauces de las torrenteras y las áreas tributarias intermedia entre el cauce y el borde urbano, que constituyen áreas potenciales de peligros naturales de inundación y/o deslizamientos, de constitución geofísica deleznable, erosionable e insegura, por lo que no son recomendables de ser utilizadas para urbanización intensiva.

### **2.3.6. Delimitación de faja marginal.**

Según establece el Art. 74° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (2009), “en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios”.

La Autoridad Administrativa del Agua (2017) fija las dimensiones en una o ambos márgenes de un cuerpo de agua, de acuerdo con los criterios establecidos en el Reglamento.

De acuerdo al Art. 115° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (2010), “está prohibido el uso de las fajas marginales para fines de asentamiento humano, agrícola u otra actividad que las afecte. La Autoridad Nacional del Agua en coordinación con los gobiernos locales y Defensa Civil promoverán mecanismos de reubicación de poblaciones asentadas en fajas marginales”.

## **2.4. Conclusiones del Marco Teórico - Conceptual - Legal**

Lavell afirma que, la construcción de las ciudades, genera cambios en los sistemas ecológicos originarios, la conversión de suelos en urbanos significa el retiro de la cobertura vegetal y reemplazo por obras de cemento, asfalto, volviendo el suelo impermeable; esto

genera incremento de la escorrentía superficial aguas abajo generando amenaza de desborde de los caudales e inundación. Barbosa, S. indica que el estrechamiento de los cauces, los parámetros topográficos, pendientes altas en las cuencas, la variabilidad de las precipitaciones, contribuyen a que la amenaza se exacerbe; asimismo Diez, L. nos refiere que los materiales arrastrados por estos ríos urbanos corresponden a material detrítico como lodos, cantos rodados y restos vegetales; pueden producir daños a la gente y la infraestructura urbana, por arrastre, socavación y colmatación, con posibilidad de desborde. Fernández, M., al estudiar las torrenteras en Arequipa y precisamente la de Chullo, asegura que son los puentes existentes sobre el cauce, mal diseñados y con secciones muy reducidas, la principal amenaza por inundación, al convertirse en obstrutores del libre tránsito del caudal. Blaikie, P., menciona que el agua inundada puede generar enfermedades como el cólera, disentería, malaria, fiebre. López L., asegura que los cauces modificados por el crecimiento urbano han roto el vínculo social con los ríos.

Lavell, Keipi, Gonzales S., Sedano, R., Cruz, R., coinciden que las gestión de riesgo es un proceso sustentado en el concurso articulado y participativo principalmente de los actores sociales locales, los cuales tienen el mejor conocimiento de sus realidades y cultura.

López, Iturralde, M., Blaikie, P., Sedano R., Ribera L. Fernández, M., como resultado de sus investigaciones nos sugieren acciones estructurales y no estructurales que posibilitan la mitigación del riesgo por inundación:

***La construcción de diques o represas de almacenamiento.*** En las partes altas de la cuenca, retardando y evitando el flujo hacia las partes bajas.

***La forestación de las cuencas.*** Ya que disminuyen drásticamente la escorrentía superficial aguas abajo, debido a la propiedad de las plantas de infiltración, intercepción, evaporación, transpiración; así como la retención e incorporación de agua pluvial en el acuífero subterráneo.

***La zonificación de la tierra.*** Evitando la urbanización en zonas con riesgo muy alto; así como evitando la densificación en zonas con riesgo alto.

***La activación de sistemas de alerta temprana.*** Priorizando la vida de las personas ante un desastre por inundación.

***La elaboración de mapas de riesgo.*** Que permitan tener identificadas las zonas con riesgo de inundación principalmente aquellas áreas con depresión topográfica proclives a inundación. Los mapas de riesgo son una herramienta importante para la planificación y toma de decisiones.

***Emisión fluida de información.*** De parte de las instituciones y entidades de investigación, que brindan información climática e hidrológica.

La gestión del riesgo es un proceso social complejo que tiene como fin: la previsión, mitigación y control permanente del riesgo existente, garantizando condiciones apropiadas de seguridad, disminuyendo las pérdidas materiales y consecuencias sociales que se derivan de los desastres; la gestión del riesgo requiere: el concurso – participación articulada e integral de los actores sociales, privados, públicos; el establecimiento de acuerdos consensuados entre la acción política y la sociedad civil. Admite niveles de coordinación e intervención que van de lo global, nacional, regional, hasta lo local, comunitario y familiar.

La normatividad en nuestro país crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo Desastres – SINAGERD, respecto al proceso de la gestión del riesgo establece los siguientes componentes:

***Estimación del riesgo.*** Que consiste en adquirir el conocimiento e identificar los peligros o amenazas; analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres. (art.23)

***Prevención y mitigación del riesgo.*** Se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes. (art.25)

***Preparación, respuesta y rehabilitación.*** Garantizando una adecuada y oportuna atención de personas afectadas, así como la rehabilitación y recuperación de los servicios básicos indispensables, permitiendo normalizar las actividades en la zona afectada por el desastre. (art. 30-33)

***Reconstrucción.*** Asegurando la recuperación física, económica y social de las comunidades afectadas, sin repetir las condiciones de riesgo anteriores. (art.35)

La gestión del riesgo es un proceso de permanente evaluación, monitoreo y retroalimentación, incorporando las experiencias aprendidas y los cambios suscitados.

El sistema y la política nacional de gestión del riesgo de desastres en nuestro país crea el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, entidad que según sus funciones atribuidas están: el establecer los lineamientos para la elaboración de planes de prevención y reducción del riesgo; elaborar los lineamientos para el desarrollo de los instrumentos técnicos que las entidades públicas puedan utilizar para la planificación, organización, ejecución y seguimiento de las acciones de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres. En ese marco legal el CENEPRED emite las siguientes disposiciones: Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres (Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM); Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Disposiciones y metodologías que en cumplimiento de nuestro marco legal, corresponden ser tomadas en cuenta en la presente investigación.

## **Capítulo III: Proceso Metodológico**

### **3.1. Metodología**

#### **3.1.1. Información.**

En esta etapa de la investigación se precisa el Marco Conceptual, el Marco Teórico y el Marco Legal, utilizando principalmente herramientas bibliográficas.

#### **3.1.2. Análisis y diagnóstico.**

En esta etapa se tiene como finalidad el conocimiento del riesgo, a través de la recopilación de información estadística respecto a: la evaluación de amenazas, el análisis de la vulnerabilidad. Inspección ocular, topografía, aplicación de una encuesta, datos de entidades como ANA, SENAMHI, MDC, entre otras. Se concluye con la plasmación de mapas temáticos del nivel de peligrosidad, del nivel de vulnerabilidad y del nivel del riesgo.

#### **3.1.3. Formulación del plan.**

Esta etapa inicia con el establecimiento de la visión de futuro, el planteamiento de: los objetivos del plan, los lineamientos estratégicos, así como los programas, proyectos y acciones para el logro de los objetivos y la visión; para este cometido se ha utilizado la herramienta de planificación FODA, realizada por el investigador.

#### **3.1.4. Propuesta**

En esta etapa se concretiza el Plan de Gestión para Mitigación de Riesgos por Inundación, con el establecimiento de las prioridades en el corto, mediano y largo plazo.

Finalmente el plan debe dejar planteadas estrategias para lograr su validación, implementación y seguimiento. Acorde al sistema y la política nacional de gestión del riesgo de desastres; dentro de la estructura metodológica planteada se han incorporado las fases, pasos, establecidas por el CENEPRED en la Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres, así como el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, que se desprende de la disposición legal antes mencionada.

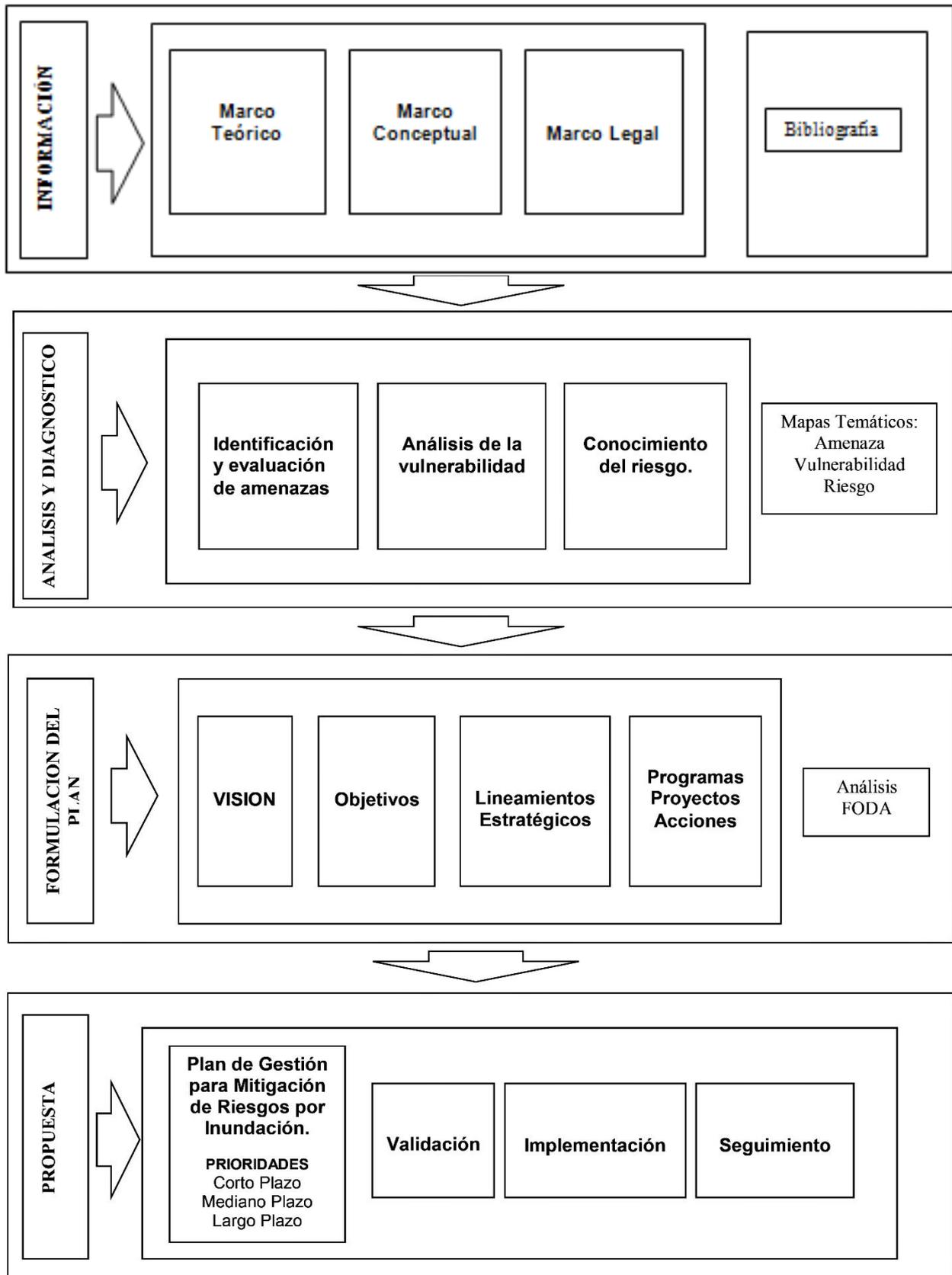


Figura 4. Cuadro metodológico.

Estructura metodológica planteada dentro de la cual se han incorporado las fases establecidas por CENEPRED en la Resolución Ministerial 220-2013-PCM, así como el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales que se desprende de la misma disposición. Fuente. Elaboración propia.

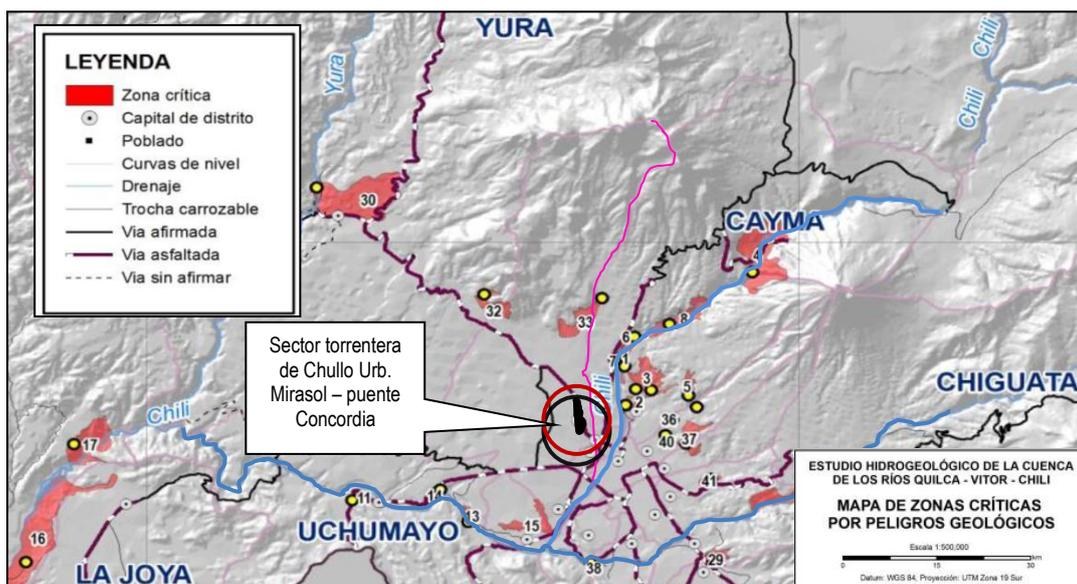
## **Capítulo IV: Análisis y Evaluación de Peligrosidad por Inundación**

### **4.1. Recopilación de la Información de Carácter Geográfico**

#### **4.1.1. La cuenca hidrológica Chili.**

La micro cuenca o torrentera de Chullo, forma parte de la Cuenca Hidrológica Chili – Quilca. El Ministerio de Agricultura -INRENA-ANA, en la publicación Diagnóstico de la Calidad del Agua de la Vertiente del Pacífico Cuenca del Río Quilca. 1994, caracteriza a la cuenca antes mencionada de la siguiente manera: políticamente, la cuenca del río Quilca forma parte de las provincias de Arequipa, Caylloma e Islay en el departamento de Arequipa. La cuenca del río Quilca pertenece a la Vertiente del Pacífico y cuenta con un área de 12,697 km<sup>2</sup>; forma parte del piso ecológico Matorral Desértico Montano Bajo.

De la misma manera el Ministerio de Agricultura – Instituto Nacional de Recursos Naturales – Intendencia de Recursos Hídricos – Administración Técnica del Distrito de Riego Chili, en el estudio Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili. “Estudio hidrogeológico”. Lima, 2003; indica que la sub cuenca del río Chili, está ubicada en la zona sur del país, aproximadamente a 1120 km al sur de la ciudad de Lima. La sub cuenca antes citada se forma por la confluencia de los ríos Sumbay y Blanco, “aguas arriba” de la ciudad de Arequipa. El río Chili tiene una extensión de 90 km y nace a una altitud de 3750 m.s.n.m. y finaliza en la localidad de Palca al unirse con el río Yura a una altura de 1475 m.s.n.m.



Mapa 1: Zonas Críticas por Peligros Geológicos, con ubicación del sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) Adaptado de INGEMMET (2012).

Políticamente pertenece a la provincia y al departamento de Arequipa, comprendiendo veintidós (22) distritos que son: Arequipa, Cerro Colorado, Yura, Yanhuara, Uchumayo, Tiabaya, Characato, Chiguata, Jacobo D. Hunter, Mariano Melgar, Mollebaya, Paucarpata, Miraflores, Cayma, Pocsi, Sachaca, Jose Luis Bustamante, Sabandía, Quequeña, Polobaya, Yarabamba y Socabaya.

Geográficamente está comprendida entre las siguientes coordenadas del Sistema Transversal Mercator: Norte: 8 545000 m y 8580000 m y Este: 339750 m y 364000 m.

**Clima.** La temperatura es el elemento meteorológico cuyas variaciones están más ligadas al factor altitudinal. En el caso presente, dicho elemento experimenta variaciones que van desde el tipo semi-cálido a sub tropical (19.2 °C en Pampas de Majes a 1,438 msnm.) hasta el tipo frío (2.7 °C en Imata a 4,405 msnm). Clasificación de Koppen: BWkw, siendo BW: clima árido, k: temperatura media anual inferior a 18° C. w: invierno seco .

El promedio anual de precipitación varía según la altitud de 0 a 1800 msnm con unos 12 mm., de 1800 a 2300 msnm., 73.3 mm.; de 2,300 a 3,100 msnm., 128 mm; y de 3,800 msnm., 172 mm.

**Humedad.** La humedad relativa se registra en siete estaciones, siendo mayor en la franja cercana al litoral (60%) que en el área que se extiende por arriba de los 2,300 msnm. (40%). Clasificación de Budyko:  $E/p > 0.97$ , siendo E: evaporación y r: lluvia, que significa clima desértico.

**Geología.** Las rocas que afloran en la región son sedimentarias, metamórficas e ígneas, las primeras están representadas principalmente por calizas, areniscas, lutitas, conglomerados y en menor proporción por alternancias de sedimentos finos con materiales volcánicos; los segundos, por cuarcita, mármoles, gneis y esquistos micáceos; y las últimas, tanto por intrusiones de composición granitoide de tipo batolítico e intrusiones menores (stock, diques, etc.) como efusiones volcánicas que cubren parcial o totalmente estructuras y rocas más antiguas.

Desde el punto de vista tectónico, la región estudiada ha soportado esfuerzos de tensión y de compresión de diversa magnitud e intrusiones plutónicas del tipo batolítico, que han disturbado en mayor o menor grado a las rocas aflorantes, produciendo plegamientos (anticlinales y sinclinales) y fallamientos.

Los depósitos minerales han sido originados por alteración hidrotermal y se les considera tanto de relleno de fisura como de reemplazamiento metasomático originado por soluciones hidrotermales. En el aspecto no-metálico, debe anotarse la existencia de un variado conjunto de depósitos, destacando entre ellos los materiales de ornamentación y los de construcción.

**Hidrografía e hidrología.** La cuenca del río Quilca, tiene una extensión de 12,697 km<sup>2</sup> de la cual, el 59.8% o sea 7,594 km<sup>2</sup> corresponde a la cuenca húmeda. El régimen

natural de descargas del río se encuentra modificada por efecto de las obras de regulación de El Frayle y Aguada Blanca y, por la derivación de parte de la cuenca alta del río Colca (Pañe).

La cuenca Húmeda se encuentra por encima de los 2,800 msnm. cota fijada como límite superior del área seca y a partir de la cual puede considerarse que la precipitación pluvial es un aporte efectivo al escurrimiento superficial. El escurrimiento superficial del río se origina de las precipitaciones que ocurren en su cuenca alta, las cuales se presentan concentradas durante los meses de Diciembre a Marzo; el deshielo de los nevados ubicados dentro de la cuenca, tiene muy poca incidencia en el escurrimiento, ya que estos son bastante escasos.

Con respecto al “Escurrecimiento Superficial de la cuenca del Río Quilca”, se observa que el caudal medio anual tomado desde su desembocadura es de 23.15 m<sup>3</sup>/seg. que equivale a un volumen medio anual de 730'058,400 m<sup>3</sup>.

#### **4.1.2. La reserva natural de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB).**

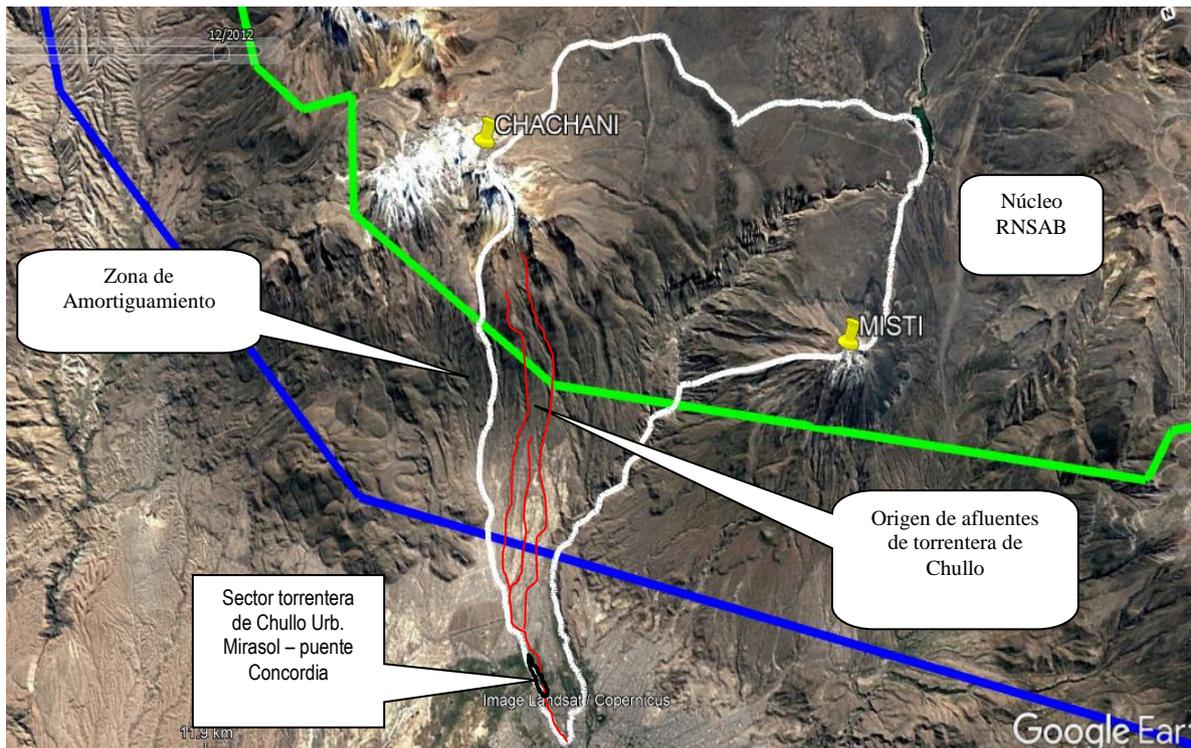
La cuenca alta - húmeda Quilca Chili, al norte, por encima de los 2,800 msnm.; está conformada por parte de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca y su zona de amortiguamiento. En esta reserva tienen su origen las quebradas afluentes de la torrentera de Chullo.

Según DESCO para SERNANP- MINAM. Lima. 2010 en el estudio Diversidad Biológica en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca.

Los suelos de la RNSAB corresponden a litosoles y regosoles, que guardan estrecha relación con la litología y las condiciones bioclimáticas de la región. Por lo general, son suelos de estepa alti-plánica, derivados muchos de ellos de cenizas volcánicas. Así aparecen suelos de desierto frío, suelos turbosos, suelos salinos en las márgenes de los salares y suelos de tipo aluvial y coluvial.

La erosión eólica es frecuente en las pampas cuando se retira la cubierta de vegetación, como es el caso de la Pampa de Cañahuas, y la erosión hídrica se presenta principalmente en áreas con pendiente y es generalmente causada por el retiro de la vegetación.

En la RNSAB existen dos sistemas de cuencas, la del río Chili y la de la laguna de Salinas. La cuenca del río Chili, ocupa una extensa área de la Reserva, aproximadamente 300 000 ha.; el Chili, en la Reserva recorre 28 km. El clima de toda la Reserva está dominado por dos condiciones, la altura y la sequedad, que le confieren un clima de montaña notablemente árido. La precipitación en el área varía entre 200 a 600 mm, presentándose marcada estacionalidad lluviosa, mayormente restringida a los meses de verano, con sequías frecuentes. Hacia el oeste de la Reserva llueve menos de 250 mm, por lo que se le podría considerar como desértico, mientras que la mayor parte del área es semidesértica. La fuerte insolación es característica de ambientes montañosos. La humedad relativa es el principal factor que limita la distribución de las plantas y los animales. En Imata la humedad relativa alcanza el 60% en promedio. La temperatura promedio en la zona varía entre los 2 y 8°C, con mínimas de hasta -10°C. Presenta amplias variaciones de temperatura durante el día y la noche, y entre sitios sombreados e iluminados directamente por el sol. Estas variaciones son típicas de climas desérticos y de montaña. Como resultado de estas condiciones las plantas y los animales han desarrollado eficientes mecanismos y adaptaciones para soportar tales inclemencias. Al parecer, el cambio climático está ocasionando cambios en los regímenes de lluvias y la radicalización de las temperaturas, con veranos más cálidos e inviernos más fríos. (p.19)



Mapa 2: Origen de los afluentes de la torrentera Chullo, en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca RNSAB, en la cumbre del nevado Chachani. Fuente: Elaboración propia, con imagen Google Earth.

**Flora y vegetación.** Según DESCO (2010) en la RNSAB se han registrado 463 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 156 géneros de 47 familias (Quipuscoa y Huamantupa 2009). Destaca la queñua (*Polylepis rugulosa*), como especie amenazada, esta forma pequeños bosquecillos en las laderas al oeste de la Reserva. La plantas conocidas como tola o ccapo de tres géneros (*Parastrephia*, *Lepidophyllum* y *Baccharis*) forman los tolares, y varias especies de gramíneas (*Festuca*, *Stipa*, entre otras) forman los pajonales. Entre las especies forrajeras se cuentan 67, principalmente las *Poaceae*; 17 especies son usadas en la alimentación, otras 23 especies tienen diferentes usos. Los tolares y los pajonales dominan el paisaje en la mayor parte de la Reserva. En las áreas más húmedas se desarrollan los bofedales, con claro dominio de *Distichia muscoides*. Alcanzando el límite altitudinal de la vegetación, tenemos plantas almohadilladas, entre las que destaca el género *Azorella*, que se conoce como yareta.

Entre las especies importantes para la economía humana destacan 22 especies usadas como combustible, entre éstas las conocidas como tola o ccapo y la queñua, que representan una importante fuente de ingresos para los pobladores de la zona, pero su extracción ha ocasionado la desertificación de varias áreas.

Esta actividad ha ocasionado la degradación de vastas áreas de la Reserva. Dado que la extracción no ha seguido un adecuado manejo, ha impactado directamente sobre los suelos que ya libres de vegetación se ven expuestos a factores físicos (agua, viento) que ocasionan erosión.

De acuerdo a lo indicado por el Ministerio del Ambiente (2014) en su publicación todos los cactus del Perú. Introducción a las cactáceas.

La succulencia, es la propiedad que tienen algunas plantas de almacenar agua en sus tejidos y que luego aprovecharán, como una forma de adaptación para soportar prolongadas sequías y sobrevivir en lugares muy áridos, como los desiertos. Por eso sus formas aparentemente caprichosas, que semejan a la esfera y al cilindro, que son las formas geométricas con las que se obtiene el mayor volumen en la menor superficie. La palabra viene del Latín “succus” que significa “jugo”, ya que son plantas turgentes, carnosas, jugosas, por el agua que contienen. Esta propiedad no es exclusiva de los cactus, la tienen también unas 30 familias más de plantas, llamadas las otras suculentas (...).

En términos muy generales podemos decir que los cactus son suculentas de tallo, mientras que las otras suculentas son suculentas de hoja. También hay lo que podríamos llamar suculentas de raíz, sobre todo en los cactus pequeños con una gran raíz que almacena el agua para soportar la época de sequía (...). Y esta ausencia de follaje, es otro mecanismo de supervivencia, ya que por las hojas las plantas pierden agua en forma de vapor de agua y es lo que los cactus quieren evitar, por eso las han

suprimido (...). Las causas que ponen en peligro nuestros cactus son dos principalmente: La primera es la destrucción de los hábitats (...) que puede deberse a cualquiera de estas causas: presión demográfica, expansión urbana, ampliación de áreas de cultivo, explotación minera, construcción de carreteras, etc. que guardan estrecha relación con la reducción del área de ocupación. La segunda causa es la depredación o recolección abusiva con fines comerciales (...).

En relación con el agua, hay algunos indicios de cómo los cactus de los desiertos se las ingenian para captar la humedad que reciben en forma de neblina, de rocío o brisa marina, atrapan en sus espinas, o en sus pelos y cerdas, la neblina o el rocío que van a orientar al suelo para que las raíces la aprovechen. (pp.22-109)

Conforme lo indicado por DESCO (2010) en su publicación referida a la Diversidad Biológica en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca hace mención a las características geomorfológicas y litológicas de la Reserva, indica que el territorio es sumamente frágil, con suelos superficiales, de origen volcánico. Las actividades económicas productivas desarrolladas por los pobladores locales y el crecimiento de la ciudad de Arequipa condujeron a una utilización de la cobertura vegetal poco sostenible probablemente en las últimas seis décadas, provocando un retiro de la cubierta vegetal por extracción o por sobrepastoreo; de esta manera, las fuerzas naturales del agua y el viento erosionan y deterioran el suelo. Como resultado, tanto la erosión hídrica como la erosión eólica a través de las cárcavas y el arrastre del suelo han contribuido a empobrecer aún más el territorio.



*Figura 5:* Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Se observa la escasa presencia de vegetación en la zona de la Reserva Nacional.

Adaptado de Andina. Agencia Peruana de Noticias.

#### **4.1.3. Sistema superficial (escorrentía) torrenteras en la cuenca Chili.**

Fernández-Dávila y Benites (1999) en su estudio Inundaciones en la localidad de Arequipa ocasionadas por el ingreso de las torrenteras, menciona que

La cuenca general de recepción de las torrenteras que afectan a la localidad de Arequipa se encuentra ubicada aproximadamente entre las latitudes  $16^{\circ}11.6'$  y  $16^{\circ}28.3'$  Sur y entre las longitudes  $71^{\circ}19.24'$  y  $71^{\circ}32.1'$  Oeste.

Esta cuenca general está atravesada por el río Chili con dirección del noreste al suroeste dividiéndola en dos sub cuencas, una en la margen derecha y la otra en la margen izquierda. La cuenca general limita por el norte con el volcán Misti y las faldas del nevado Chachani, con una cota aproximada de 5 000 m.s.n.m y por el sur con las estribaciones de la localidad de Arequipa. Por el Este limita con las estribaciones del Cono Norte de Arequipa.

La penillanura de Arequipa está constituida por materiales aluviales que han rellenado la cuenca de Arequipa y están constituidas por materiales ligeramente cementados de cantos, gravas y arenas de diferente granulometría que subyacen en las diferentes

estructuras presentes en la zona. Tiene una altitud que oscila entre 1 800 y 2 600 m.s.n.m., presentando una pendiente del 5 % inclinada hacia el Suroeste.

Entre las torrenteras que atraviesan la localidad de Arequipa puede distinguirse las que se ubican en la ribera izquierda del río Chili y aquella que se encuentra ubicada en la ribera derecha del mismo río.

*Ribera izquierda:* Polanco. San Lázaro (tradicionalmente Segunda Torrentera).

Miraflores (tradicionalmente Tercera Torrentera). Mariano Melgar (tradicionalmente Cuarta Torrentera). Paucarpata (tradicionalmente Quinta Torrentera).

*Ribera derecha:* Zamácola (tradicionalmente Primera Torrentera o Cerro Colorado). (pp. 07-09)

***Peligrosidad comparativa de las Torrenteras.*** Fernández- Dávila y Benites (1999) realizan una comparación estimada del grado global de peligrosidad de las 6 torrenteras que atraviesan la localidad de Arequipa. En ellas expone:

Es posible inferir que el máximo valor de peligrosidad  $\sum (1 / C)$ , de la torrentera de Zamácola se debe principalmente a los considerables desbordes que se presentan a nivel de los múltiples puentes de insuficiente luz ubicados en su cauce y a la mayor cantidad de puntos vulnerables (...); asimismo se puede establecer que las torrenteras de Paucarpata y de Zamácola en su recorrido atraviesan en parte terrenos agrícolas, la segunda de las mencionadas pasa también por la extensa e importante zona urbana de Umacollo, sin embargo, el efecto de las inundaciones se atenúa parcialmente por tratarse de terreno relativamente liso, siempre con declive, que ocasionan el rápido flujo de los desbordes hasta su desembocadura en el río Chili; es necesario mencionar que un ramal de esta torrentera de Zamácola, el llamado Pasto Raíz, ha sido rellenado parcialmente para permitir irracionalmente la instalación de pueblos jóvenes y de badenes, lo que obliga a considerar a este punto de alta peligrosidad, de prioridad 1.

En zonas altas de la ciudad, especialmente en Cayma y en Zamácola, los cauces de las torrenteras tienden a desaparecer debido a la desordenada invasión de pobladores que se establecen en asentamientos sin planificación ni ordenamiento territorial de ninguna clase. (pp. 43-45)

Así mismo menciona que las torrenteras de Arequipa se ordenan decrecientemente de acuerdo a su peligrosidad respecto a inundaciones de la siguiente manera:

Tabla 1

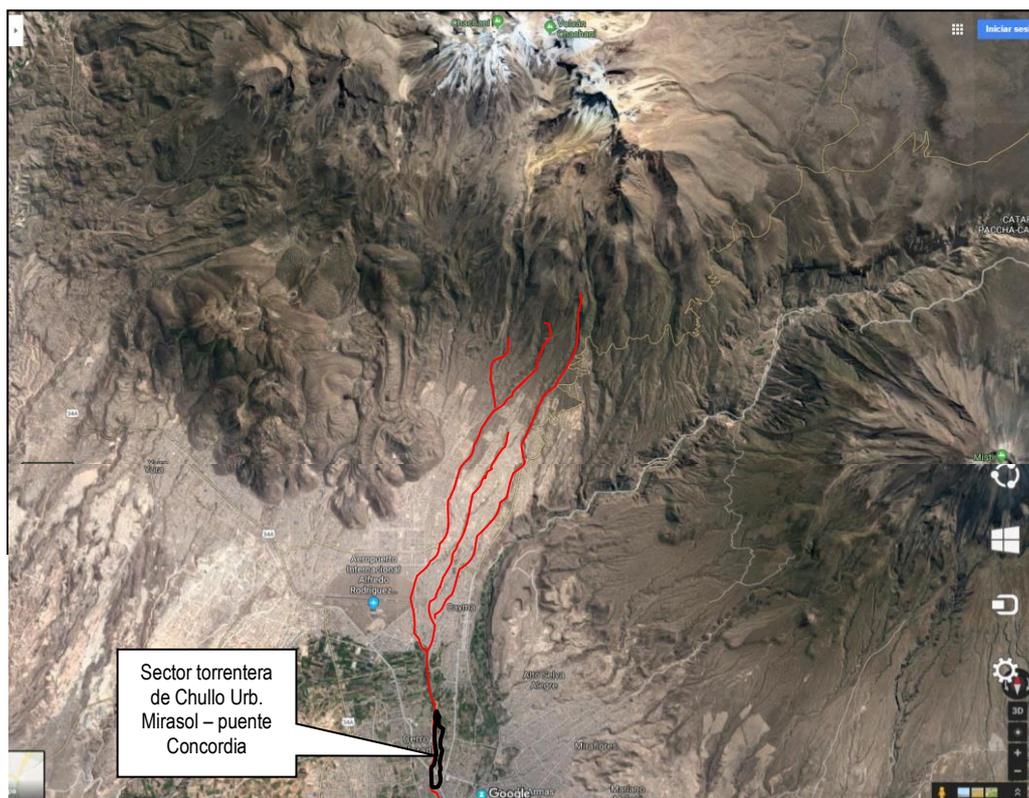
*Peligrosidad Global de las Torrenteras de Arequipa*

<i>Torrentera</i>	<i>Zamácola</i>	<i>Paucarpata</i>	<i>M Melgar</i>	<i>Miraflores</i>	<i>Polanco</i>	<i>S.Lázaro</i>
$\sum(1/C)$	12.79	9.825	7.15	2.61	2.25	1.36

Nota: Expresado en  $\sum(1/C)$  que es la sumatoria de los valores inversos obtenidos, correspondiente a todos los puntos críticos (valores individuales). Fernández- Dávila y Benites (1999)

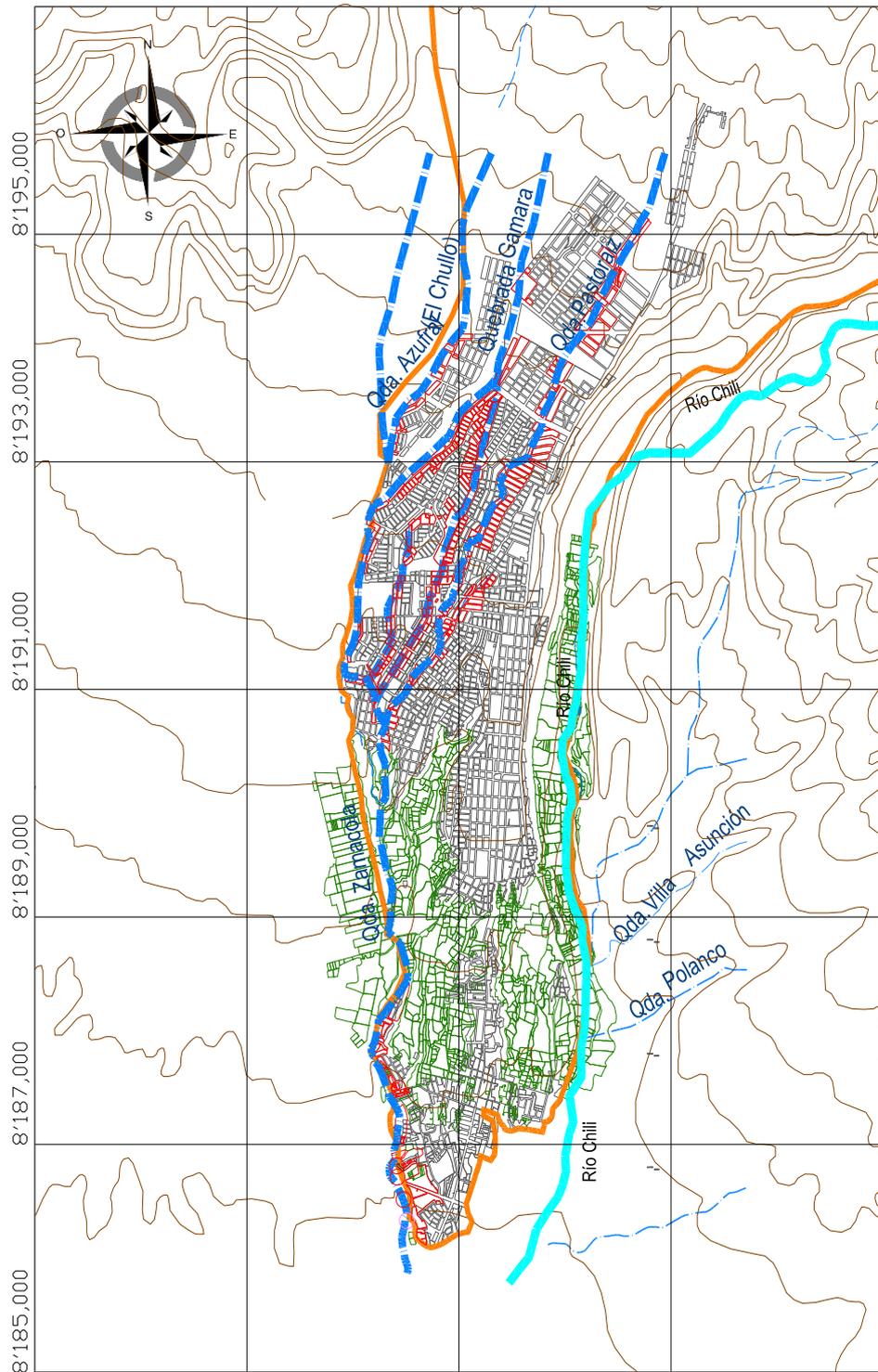
#### **4.1.4. La microcuenca o torrentera de Chullo - Zamácola**

La micro cuenca o torrentera de Chullo - Zamácola (tradicionalmente Primera Torrentera o Cerro Colorado). Se origina en la quebrada Piedraypicho; su rumbo general es de NO a SE. De las torrenteras que atraviesan la localidad de Arequipa es la única que desemboca en la margen derecha del río Chili en las cercanías del puente de la Variante de Uchumayo. Se encuentra conformada por tres ramales contribuyentes que son de sureste a noroeste (alejándose del río Chili): Pasto Raíz, Gamarra y El Azufra. El ramal El Azufra se une al Gamarra entre los asentamientos de Villa Paraíso, El Nazareno y Alto Cayma, y ambos se unen al de Pasto Raíz. (Fernández-Dávila y Benites, 1999, p.9), y un poco más abajo del actual campo deportivo de Buenos Aires Zona C.



*Mapa 3:* Micro cuenca - Torrentera Chullo o Zamácola y sus afluentes.  
Fuente: Elaboración propia, imagen satelital Google Earth 2018

En general, el material que se encuentra en el cauce de las torrenteras está constituido de pequeños cantos con un diámetro aproximado de 2 a 3 cm, contenidos en un material areno-arcilloso de escasa o nula consolidación, aumentando el diámetro de los cantos a medida que se asciende hacia los orígenes de las torrenteras, llegándose a encontrar incluso bolones y rocas, incrementándose el peligro en caso de fuertes avenidas. (Fernández-Dávila y Benites, 1999, p.9)



*Plano 1: Mapa de Torrenteras en el distrito de Cayma.*

Fuente: MPA – UNSA. Plan Urbano Distrital de Cayma 2006-2015.

**Quebrada - cuenca azufral y quebrada tributaria.** La Autoridad Nacional del Agua (ANA) en convenio con la Municipalidad Distrital de Cayma, en el estudio Delimitación faja marginal, quebrada Azufral y quebrada tributaria (2018). Respecto a la quebrada Azufral define su inicio desde el encuentro con la Quebrada Pasto Raíz a la altura del Puente Buenos Aires Av. Rodríguez Ballón coordenadas (UTM-WGS84) N:8190466, E:227220 y su fin aguas arriba en el encuentro con la Quebrada Tributaria frente al Local Social del Sector III Programa Habitacional Deán Valdivia – Enace, coordenadas (UTM-WGS84) N:8192423, E:227253; sin embargo se conoce que la quebrada Azufral tiene su inicio mucho más al norte, en la cumbre del nevado Chachani; se establece la siguiente tabla:

Tabla 2

*Caracterización Quebrada Azufral*

Variable	Cantidad	Unidad	Variable	Cantidad	Unidad
Área de cuenca	64.4	km <sup>2</sup>	Ancho de inundación	8-15	m
Perímetro	44.0	km	Coefic. de Escorrentía	0.45	
Longitud cauce principal	16.0	km	Tiempo punta	24	horas
Altitud mayor	5000	m.s.n.m.	Precipitación máxima	104	mm
Altitud menor	2500	m.s.n.m.	Período de retorno	100	años
Pendiente	0.16	m/m	Caudal punta	35.0	m <sup>3</sup> /seg

Nota: Elaboración propia con data recopilada del Estudio Delimitación Faja Marginal de la Quebrada Azufral (2018).

Por sus condiciones morfológicas de la quebrada (laderas empinadas, alta pendiente y material conglomerado), los anchos de extremo a extremo de la quebrada varían entre los 40 y hasta los 120 metros. El ancho de la faja marginal se debe establecer en 4.0 metros en cada margen, a partir de las condiciones naturales del cauce y límites de inundación. El curso

fluvial debe mantenerse descolmatado y limpio permanentemente, que permita el tránsito de caudales de 35.0 m<sup>3</sup>/s.

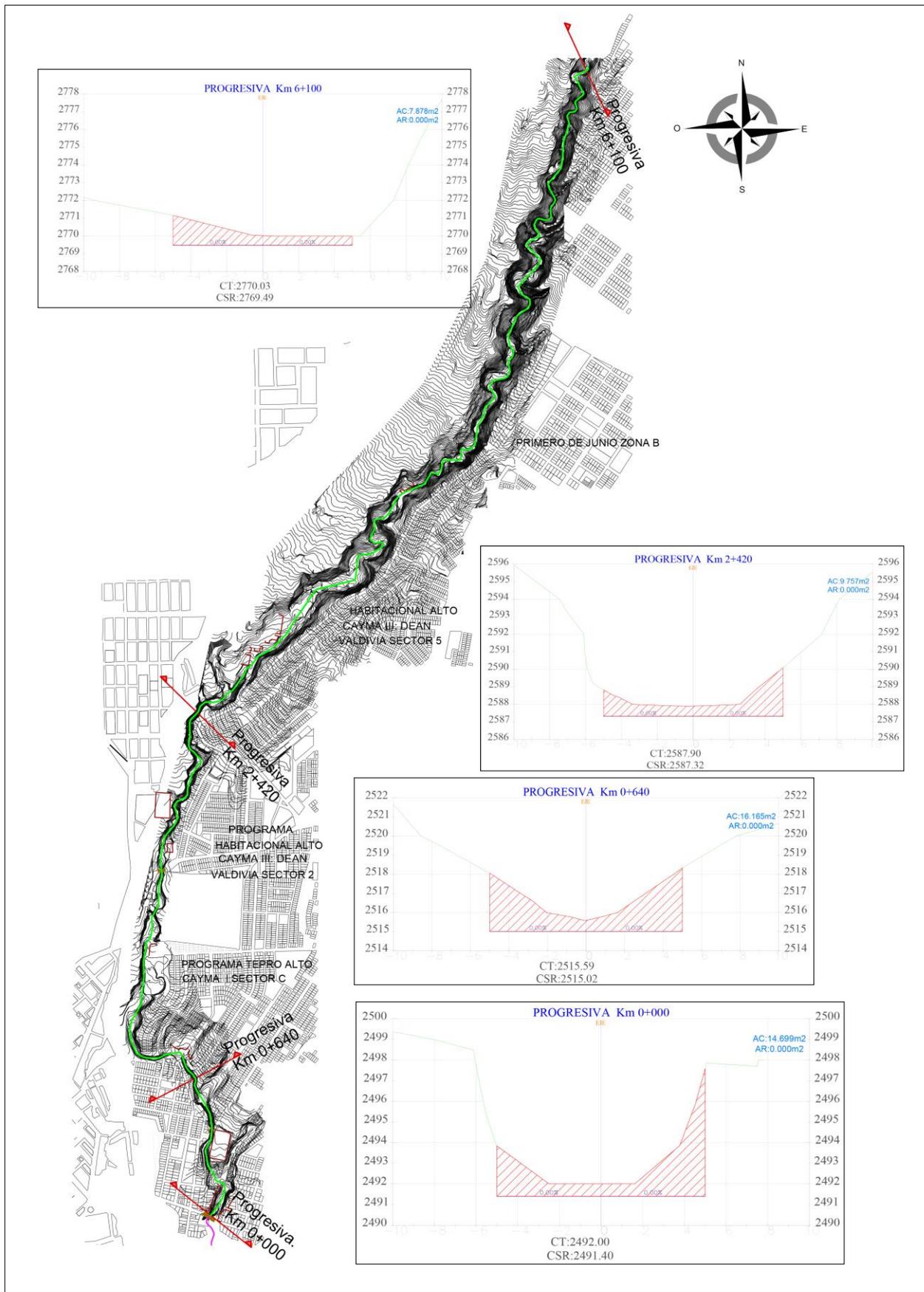
De la misma manera el ANA respecto a la quebrada tributaria de la Azufral; la cual tiene inicio en el encuentro con la Quebrada Azufral, frente al local Social del Sector III, Deán Valdivia Cayma coordenadas (UTM-WGS84) N:8192423, E:227253 y su fin aguas arriba en la Asociación 1° de Junio Zona A coordenadas (UTM-WGS84) N:8194933, E:228681; establece la siguiente caracterización:

Tabla 3

*Caracterización de la Quebrada Tributaria*

Variable	Cantidad	Unidad	Variable	Cantidad	Unidad
Ancho de inundación	8-12	m	Área de cuenca	4.0	km <sup>2</sup>
Coefic. de Escorrentía	0.45		Perímetro	15.0	km
Tiempo punta	13.19	horas	Longitud cauce principal	6.5	km
Precipitación máxima	104.48	mm	Altitud mayor	3100	m.s.n.m.
Período de retorno	100	años	Altitud menor	2550	m.s.n.m.
Caudal punta	6.63	m <sup>3</sup> /seg	Pendiente	0.082	m/m

Nota: Elaboración propia con data recopilada del Estudio Delimitación Faja Marginal de la Quebrada Tributaria (2018).



Plano 2: Levantamiento topográfico. Quebrada Azufral.

Fuente: Municipalidad Distrital de Cayma.

***Quebrada Pasto Raíz y quebrada tributaria.*** La Autoridad Nacional del Agua (ANA) en convenio con la Municipalidad Distrital de Cayma, en el estudio Delimitación faja marginal, quebrada Pasto Raíz y quebrada tributaria, 2018. Respecto a la quebrada Pasto Raíz (Gamarra) define su inicio en el Puente Buenos Aires Av. Rodríguez Ballón coordenadas (UTM-WGS84) N:8190329, E:227187 y su fin aguas arriba al pie de la Planta de Tratamiento de Agua Potable La Tomilla II, coordenadas (UTM-WGS84) N:8194237, E:229341; se establece la siguiente caracterización:

Tabla 4

*Caracterización de la Quebrada Pasto Raíz (Gamarra)*

Variable	Cantidad	Unidad	Variable	Cantidad	Unidad
Área de cuenca	5.796	km <sup>2</sup>	Ancho de inundación	8-15	m
Perímetro	24.0	km	Coefic. de Escorrentía	0.45	
Longitud cauce principal	11.0	km	Duración P neta	24	horas
Altitud mayor	3600	m.s.n.m.	Precipitación máxima	104	mm
Altitud menor	2500	m.s.n.m.	Período de retorno	100	años
Pendiente	0.10	m/m	Caudal punta	9.11	m <sup>3</sup> /seg

Nota: Elaboración propia con data recopilada del Estudio Delimitación Faja Marginal de la Quebrada Pasto Raíz (Gamarra) (2018).

Por sus condiciones morfológicas de la quebrada (laderas empinadas, alta endiente y material conglomerado), los anchos de extremo a extremo de la quebrada varían entre los 40 y hasta los 120 metros. El ancho de la faja marginal se debe establecer en 4.0 metros en cada margen, a partir de las condiciones naturales del cauce y límites de inundación. El curso fluvial debe mantenerse descolmatado y limpio permanentemente, que permita el tránsito de caudales de 9.1 m<sup>3</sup>/s.

De la misma manera el ANA respecto a la quebrada tributaria de la Pasto Raíz (margen izquierda); la cual tiene inicio en el encuentro con la Quebrada Pasto Raíz,

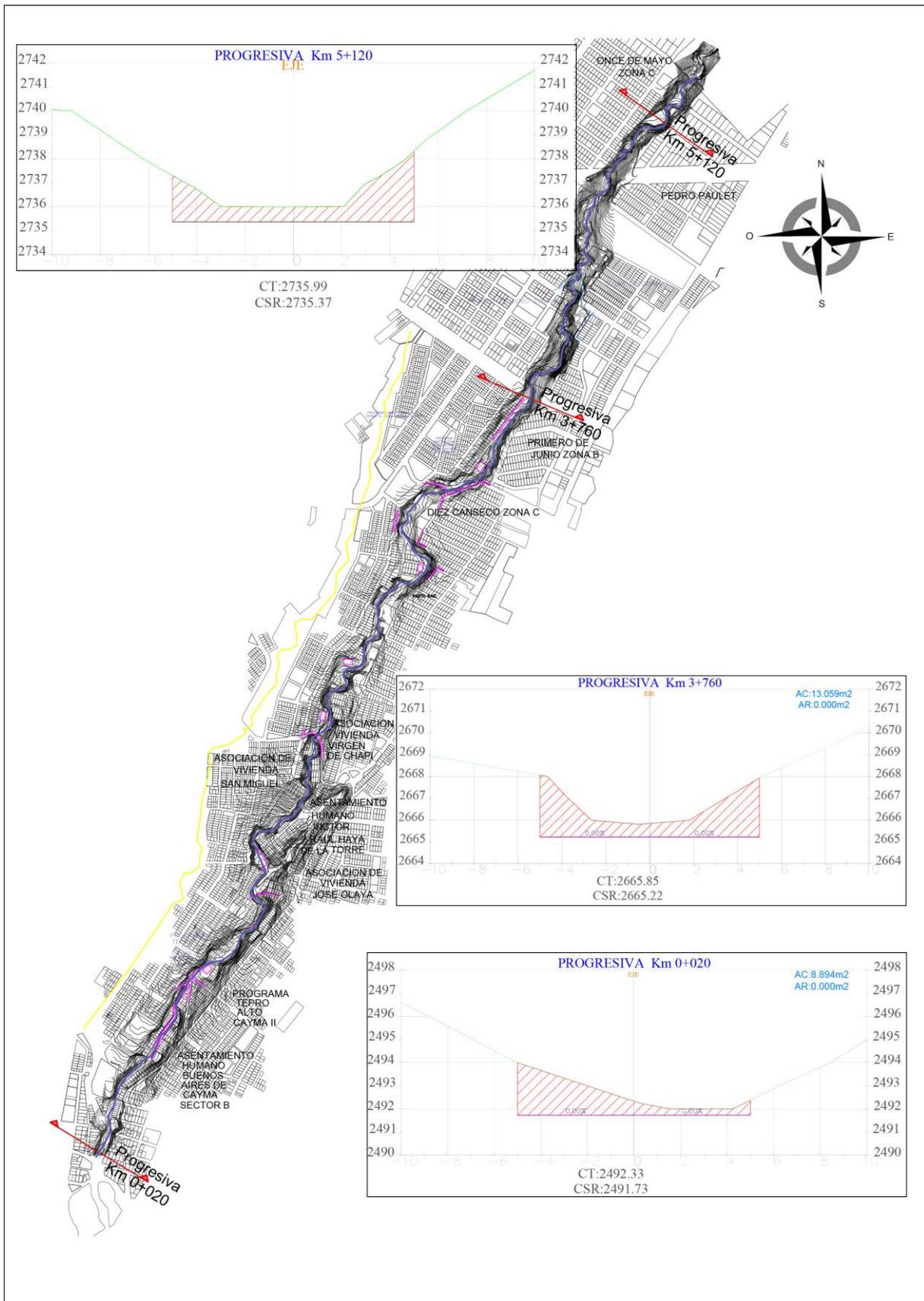
coordenadas (UTM-WGS84) N: 8191359, E: 227795 y su fin aguas arriba en la Asociación Solar de Cayma C-5 coordenadas (UTM-WGS84) N:8193115, E:228968; establece la siguiente caracterización:

Tabla 5

*Caracterización de la Quebrada Pasto Raíz (margen izquierda)*

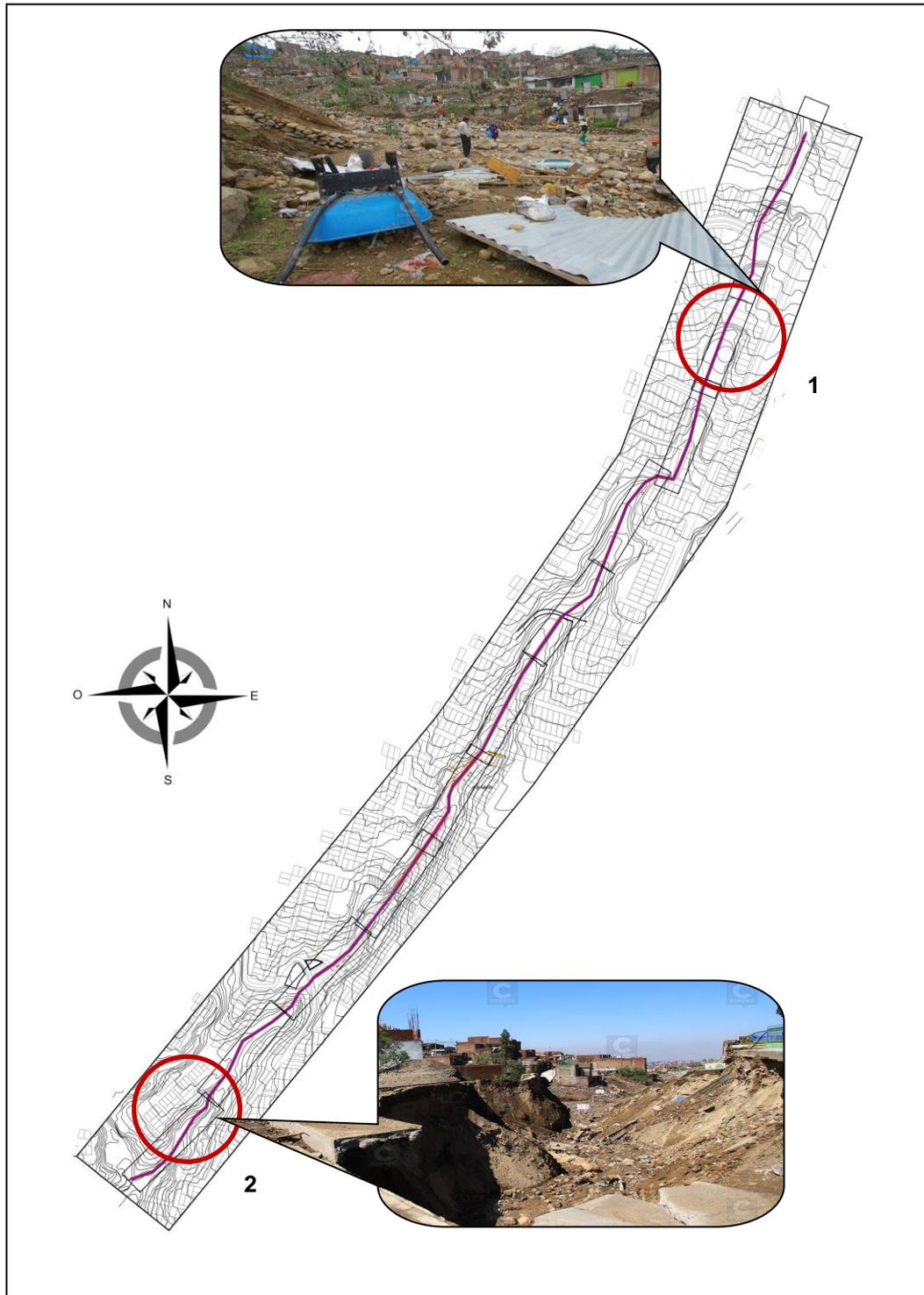
Variable	Cantidad	Unidad	Variable	Cantidad	Unidad
Área de cuenca	0.5761	km <sup>2</sup>	Ancho de inundación	8-12	m
Perímetro	5.4	km	Coefic. de Escorrentía	0.45	
Longitud cauce principal	2.191	km	Tiempo punta	13.19	horas
Altitud mayor	2684	m.s.n.m.	Precipitación máxima	104.48	mm
Altitud menor	2250	m.s.n.m.	Período de retorno	100	años
Pendiente	0.2	m/m	Caudal punta	2.0	m <sup>3</sup> /seg

Nota: Elaboración propia con data recopilada del Estudio Delimitación Faja Marginal de la Quebrada Pasto Raíz (2018).



Plano 3: Levantamiento topográfico. Quebrada Pasto Raíz (Gamarra).

Fuente: Municipalidad Distrital de Cayma



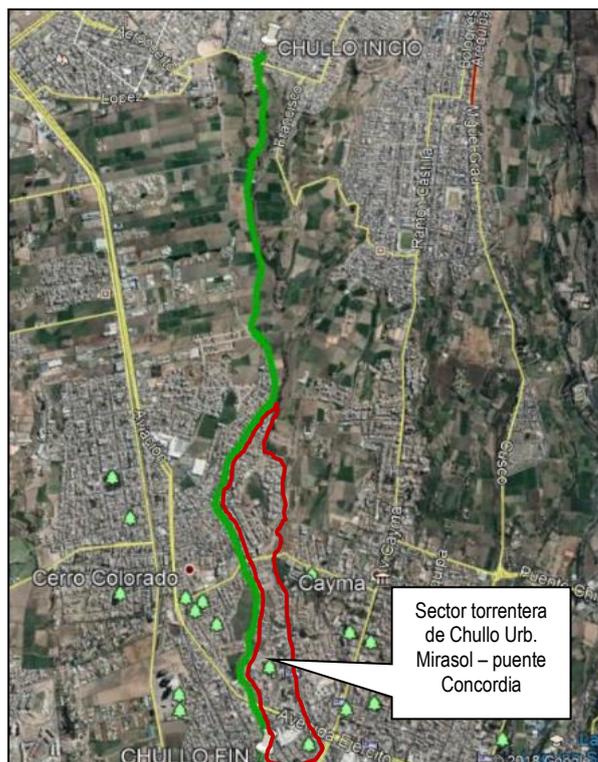
*Plano 4: Levantamiento topográfico. Quebrada tributaria de la Pasto Raíz (margen izquierda)*  
 1 Quebrada Pasto Raíz, tramo colindante con el Asentamiento Humano Rafael Belaunde Diez Canseco.  
 2. Quebrada Pasto Raíz, tramo colindante con los Asentamientos Humanos Virgen de Chapi y José Abelardo Quiñonez. .  
 Fuente: Municipalidad Distrital de Cayma

#### **4.1.5. Microcuenca o torrentera de Chullo distrito de Cayma.**

Según la Secretaría Técnica de Defensa Civil de la Municipalidad de Cayma, se denomina torrentera de Chullo a la quebrada que divide los distritos de Cayma y Cerro Colorado, su punto de inicio es la coordenada geográfica 227218.514 m E y 8190382.694 m S, que corresponde a la unión de las torrenteras Azufral y Pasto Raiz, lo cual sucede 180 m antes del puente Buenos Aires (Av. Rodríguez Ballón), antes la torrentera Azufral recibió los afluentes de la torrentera denominada Gamarra y torrentera denominada Villa Continental.

Todas las torrenteras y sus afluentes que captan la escorrentía superficial; desde el origen de estas; en la cumbre del nevado Chachani y que pasan por la zona urbana alta de Cayma; confluyen en el punto de inicio de la torrentera Chullo la cual desciende hacia la zona urbana residencial baja del distrito de Cayma. La torrentera de Chullo, en el tramo que comprende la jurisdicción del distrito de Cayma, tiene una longitud de 4,918.00 metros, su punto final es la coordenada geográfica 227492.517 m E, 8186093.244 m S que coincide con la ubicación del puente Concordia (Calle Grande – C.E. Lord Byron), límite jurisdiccional con el distrito de Yanahuara como se muestra en el siguiente mapa 4.

La torrentera de Chullo, luego de pasar el puente Buenos Aires, pasa por una zona agrícola cercana al Pueblo Buenos Aires de Cayma y Pueblo Tradicional La Tomilla, son aproximadamente 20 hectáreas de terrenos de cultivo, de las cuales el 100% se encuentran dentro del área de impacto, este sub tramo está delimitado por las coordenadas UTM desde E 227193.54 y N 8190253.68, hasta E 227428.66 y N 8188214.20.



Mapa 4: Ubicación Torrentera Chullo distrito de Cayma.  
 INICIO: 227218.514 m E, 8190382.694 m S. FINAL:  
 227492.517 m E, 8186093.244 m S.  
 Fuente: Secretaría Técnica Defensa Civil.  
 Municipalidad Distrital de Cayma.

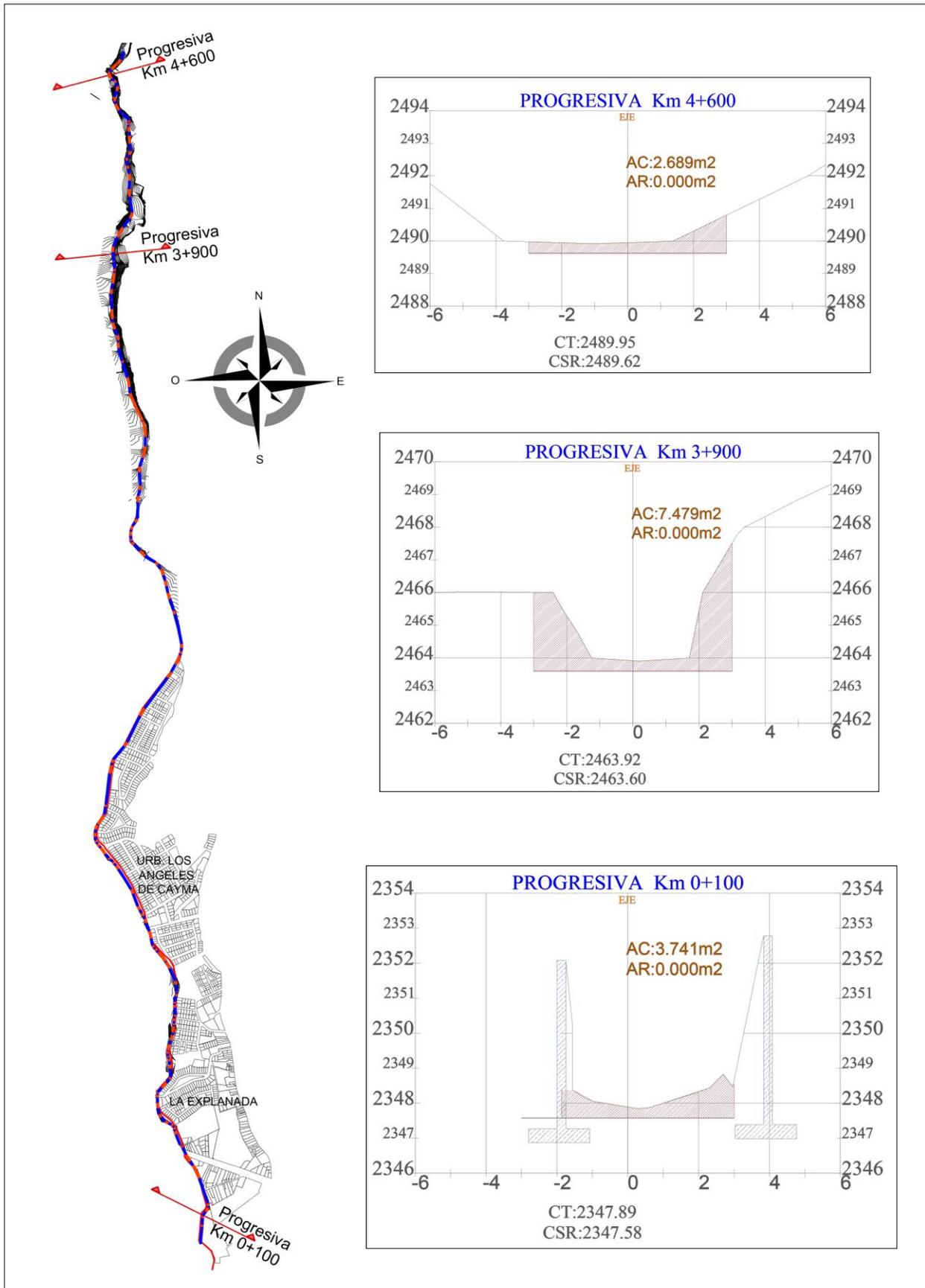
La Autoridad Nacional del Agua (ANA) en convenio con la Municipalidad Distrital de Cayma, en el estudio Delimitación faja marginal de la quebrada Chullo 2018; se establece la siguiente caracterización:

Tabla 6

*Caracterización de Faja Marginal de la Torrentera del Chullo*

Variable	Cantidad	Unidad	Variable	Cantidad	Unidad
Área de cuenca	84	km <sup>2</sup>	Ancho de inundación	8-12	m
Perímetro	45	km	Coefic. de Escorrentía	0.45	
Longitud cauce	25	km	Duración P neta	24	horas
Altitud mayor	4800	m.s.n.m	Precipitación máxima	54	mm
Altitud menor	2250	m.s.n.m	Período de retorno	100	años
Pendiente media	10	%	Caudal	40.0	m <sup>3</sup> /seg

Nota: Elaboración propia con data recopilada del Estudio Delimitación Faja Marginal de la Quebrada del Chullo (2018).



Plano 5: Levantamiento topográfico de Torrentera de Chullo (margen izquierda).  
Fuente: Municipalidad Distrital de Cayma

#### **4.1.6. El sector Torrentera de Chullo (urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) Distrito de Cayma**

El tramo de torrentera de Chullo que corresponde al sector (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia), está delimitado por las coordenadas geográficas: punto más bajo 227492.517 y 8186093.244, altura 2,344 m.s.n.m. que coincide con la ubicación del puente Concordia actual límite jurisdiccional del distrito de Cayma con el distrito de Yanahuara; punto más alto 227418.55 y 8188193.96, altura 2415 m.s.n.m., que corresponde al inicio de la Urb. Mirasol de Cayma. La torrentera de Chullo en este sector de estudio tiene una longitud de 2,350m, desciende de norte a sur una altura total de 71m, con una pendiente promedio de 3.02%.

**Topografía.** Las curvas de nivel descienden de norte hacia el sur, desde los 2434 m.s.n.m. cota norte en la Urb. Mirasol de Cayma, hasta los 2351 m.s.n.m. cota sur en el puente La Concordia.

En algunos tramos las curvas se inclinan hacia el sur este como es el caso de las urbanizaciones Mirasol de Cayma, Santa Elisa.

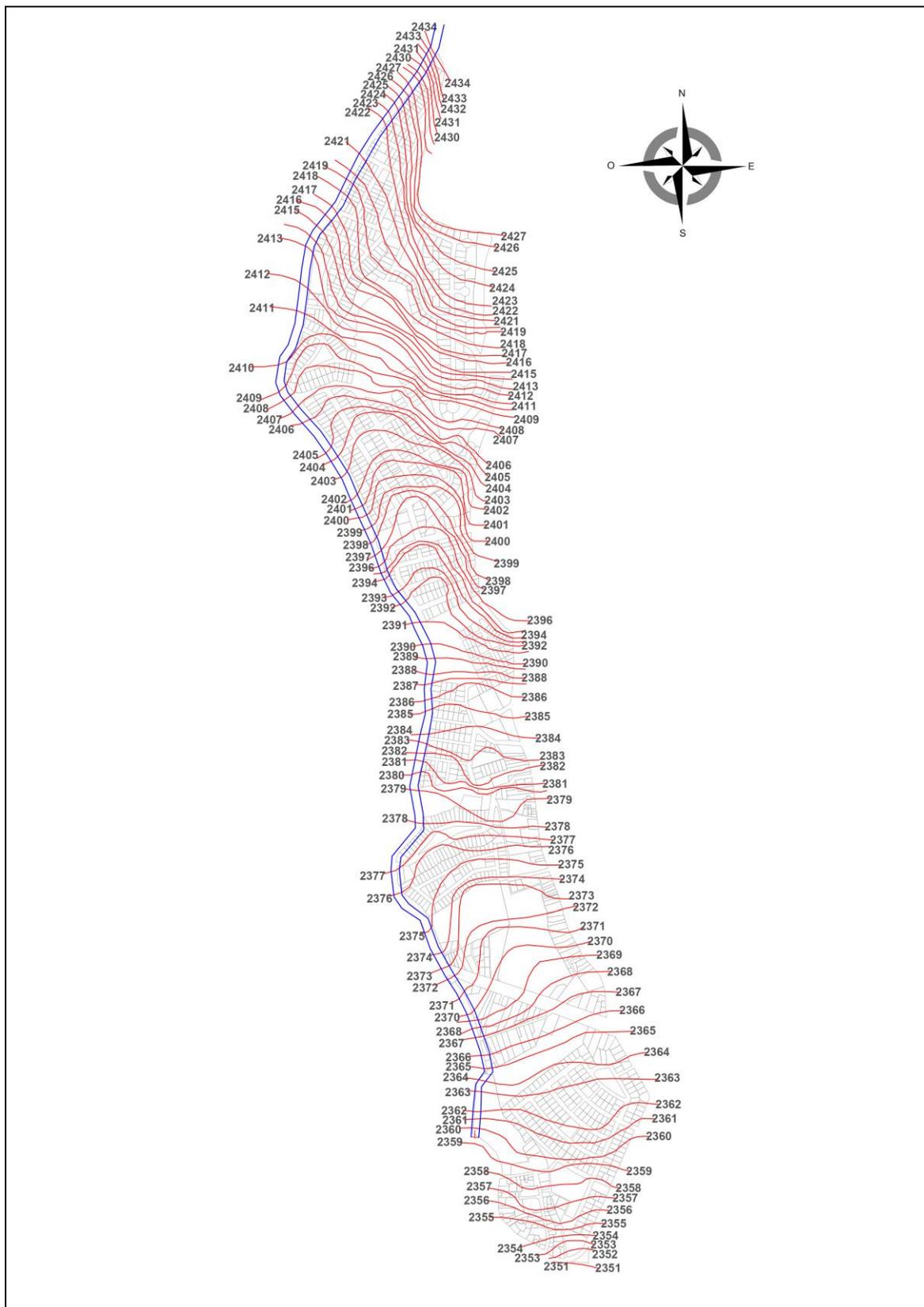
Existen áreas en el sector de estudio, que tienen niveles inferiores al nivel superior del encauzamiento de la torrentera de Chullo; lo cual hace prever que ante la presencia de un caudal excepcional superior a 40 m<sup>3</sup>/seg; caudal máximo que puede soportar el encauzamiento actual de la torrentera de Chullo sector (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia); superará la barrera del encauzamiento y provocará inundaciones en estas superficies cóncavas o con depresión que se ubican principalmente en las áreas próximas al cauce de la torrentera. Adquiere especial notoriedad la configuración topográfica desde la Urb. Boulevard Los Arces aguas abajo, ya que la topografía hace una concavidad – depresión hacia el sur este, hablamos de la urbanización antes mencionada, así como las urbanizaciones La Explanada, La Canoa, zona comercial en la Av. Ejército, Urb. León XIII, Pueblo

tradicional Señor de la Caña, así como el colegio Lord Byron, el Centro Comercial Real Plaza.

Lo contrario se puede apreciar en la Urb. Quinta Samay, ya que tiene niveles con mayor altitud respecto al cauce de la torrentera, siendo la urbanización menos amenazada por inundación debido a su configuración topográfica.

Estos aspectos geográficos y topográficos se tomarán en cuenta para la elaboración del mapa de peligros y establecimiento de zonas de presunta inundación.

El plano topográfico elaborado para el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) contiene curvas de nivel cada 01 metro de desnivel.

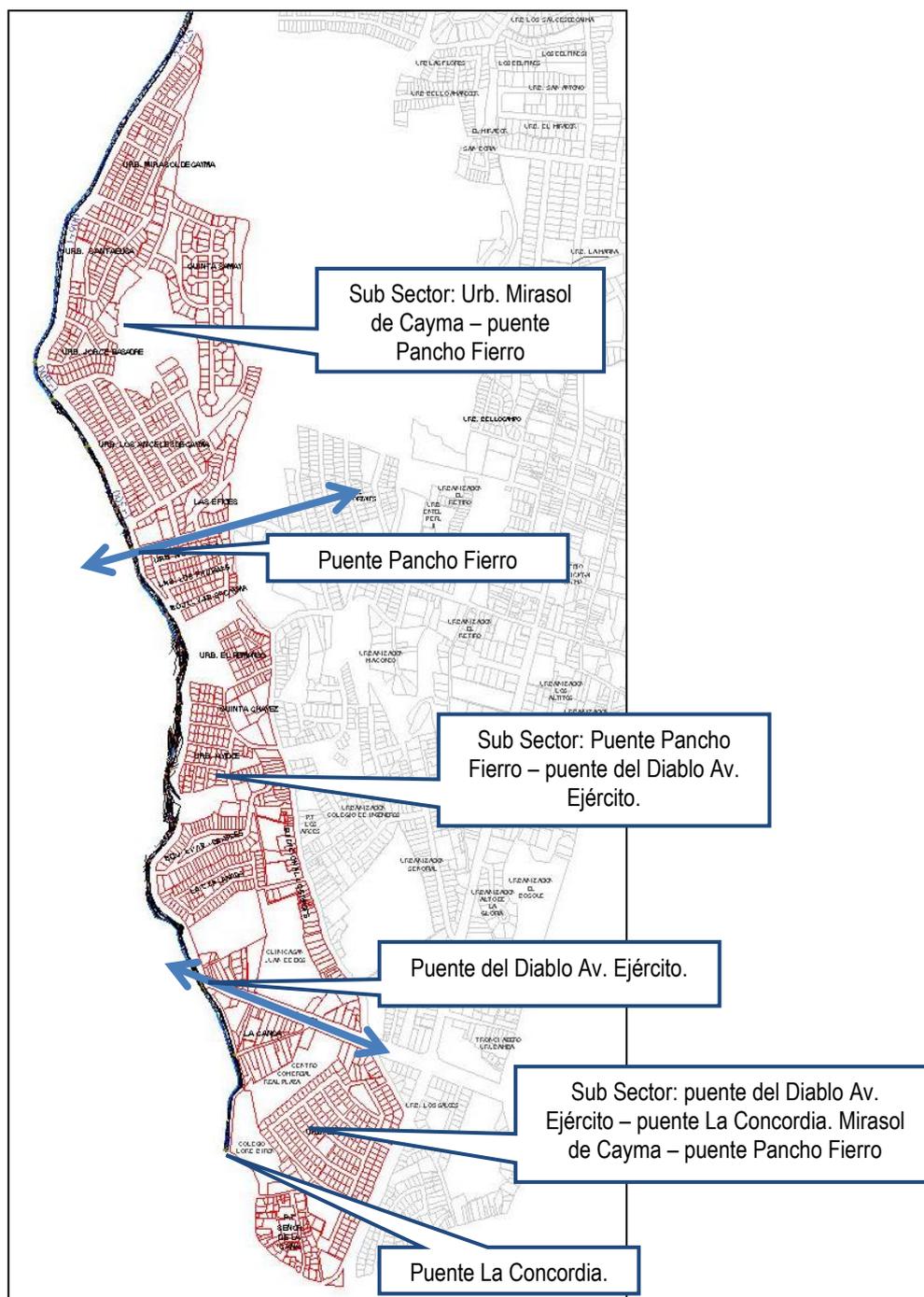


*Plano 6:* Topográfico del Sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – puente Concordia) distrito de Cayma, incluye la delimitación de la faja marginal realizada por el ANA 2018.

Fuente: Elaboración propia con planos de topografía de habilitaciones urbanas Municipalidad Distrital de Cayma y Google Earth. 2018.

#### 4.2. Recopilación de la Información de Carácter Urbanístico

El sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia del distrito de Cayma) está conformado por 19 centros poblados, de los cuales 14 son urbanizaciones, 01 quinta, 01 pueblo tradicional y 03 asentamientos tradicionales conformados en torno a la Calle Los Arces, Calle La Canoa y la Av. Ejército

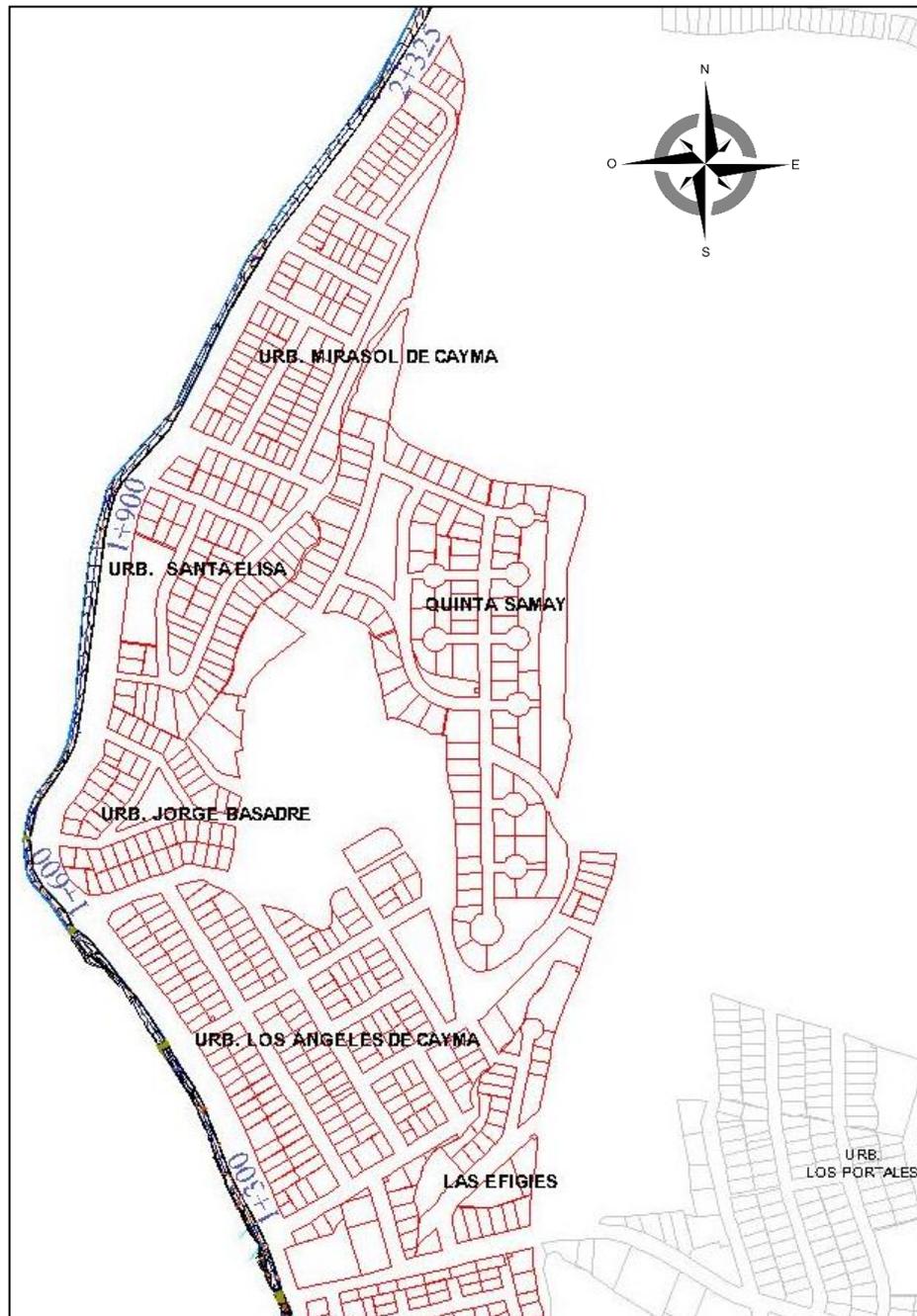


Plano 7: Sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia) y Sub Sectores.  
Fuente: Elaboración propia. Con base catastral SGPEC.  
Municipalidad de Cayma.

#### **4.2.1. Subsector urb. Mirasol de Cayma – puente Pancho Fierro.**

Está conformado por: Urb. Mirasol de Cayma, Urb. Santa Elisa, Urb. Quinta Samay, Urb. Jorge Basadre, Urb. Los Ángeles de Cayma, Urb. Las Efigies; todas ellas de uso residencial, se han aperturado algunos establecimientos comerciales y de servicios cercanos a la Calle Pancho Fierro y al acceso de la Urb. Los Ángeles de Cayma; la habilitación urbana más antigua en este sub sector es la Urb. Santa Elisa cuyo origen se remonta al año 1986 y la más reciente es la Urb. Las Efigies del año 2010 y que actualmente se encuentra en proceso de construcción de edificaciones multifamiliares. El sub sector antes citado tiene un acceso y salida principal a través de la Calle Pancho Fierro e ingresando por la Urb. Los Ángeles de Cayma, a excepción de la Urb. Quinta Samay que tiene su vía propia de acceso como es la prolongación de la Calle Los Arces; hace 3 años atrás se aperturó un ingreso secundario para la Urb. Los Ángeles de Cayma, desde la prolongación de la Calle Los Arces.

Este sub sector se cuenta con los servicios de agua, desagüe, electricidad, teléfono, cable, internet; sus vías se encuentran asfaltadas, con bermas, veredas, en buen estado de conservación.



*Plano 8: Sub Sector. Urb. Mirasol hasta puente Pancho Fierro.*  
Fuente: Elaboración propia. De plano catastral SGPEC. Municipalidad de Cayma.

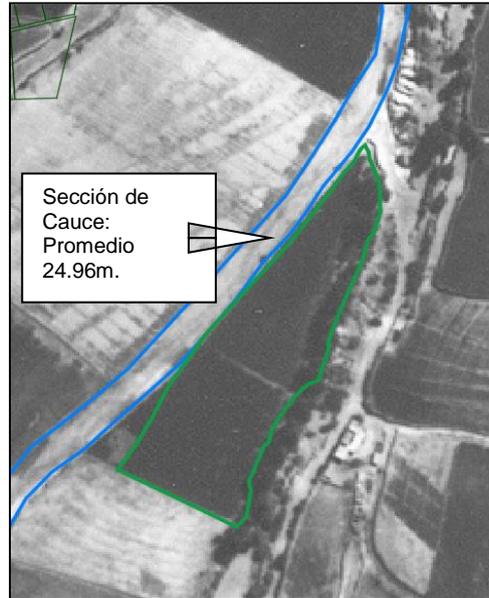
*Urb. Mirasol de Cayma.* Tiene su origen en el año 2003, diseñada para 102 lotes para uso residencial, durante los trabajos de habilitación urbana en fecha mayo de 2006 y mayo de 2007, algunos vecinos agricultores de la zona colindante, manifestaron que se estaba ganándole área al cauce de la torrentera de Chullo lo cual podría causar problemas en épocas de lluvia; así mismo, el Instituto Nacional de Defensa Civil, Dirección Regional de Defensa civil Arequipa, dirigió un oficio al Alcalde y Presidente del Comité Distrital de Defensa Civil del distrito de Cayma, solicitándole se sirva evaluar la capacidad de conducción hidráulica de la torrentera de Chullo, próxima a la Urbanización Mirasol, corroborando si el ancho del cauce corresponde a la delimitación fijada por ATDR del Ministerio de Agricultura. Sin embargo la Autoridad del Agua con resolución avaló la propuesta de la urbanizadora Mirasol de Cayma para establecer la faja marginal en 5m, en su punto más angosto.

Tabla 7

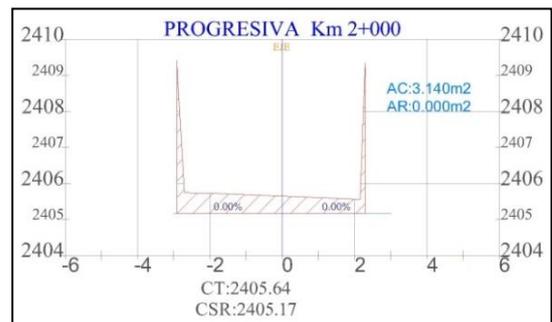
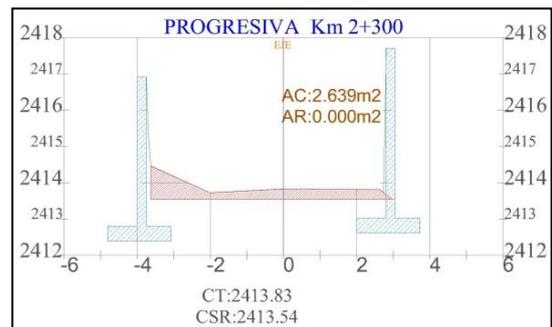
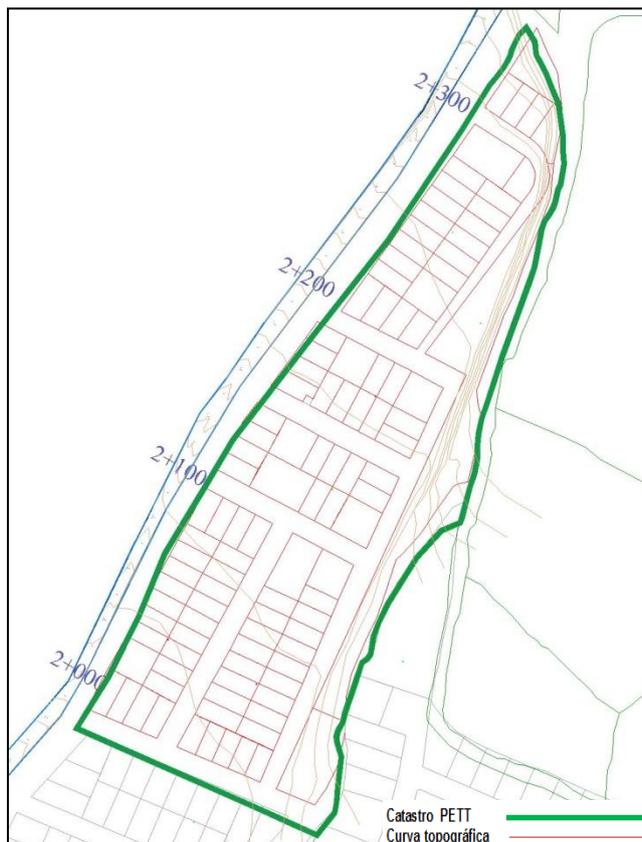
*Datos Urbanísticos de la Urb. Mirasol de Cayma*

Urb. Mirasol de Cayma	
Año de origen habilitación urb.	2003
Cauce natural (antes 2003)	24.96 m
Licencia habilitación urbana	Resolución de alcaldía nro. 1804-2003-MDC
Área habilitada	30,000.00 m <sup>2</sup>
Licencia encauzamiento	Resolución administrativa n° 300-2003-GR/PE-DRAG-AAA/ATDRCH
Ancho de cauce autorizado	5, 7, 9 y 10 m
Ancho de cauce actual	Variable de 6.2 m a 8.50 m
Altura de cauce actual	2.4 m
Sección de cauce crítico	12 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	370.9 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 14.2 m a 16.50 m
Área urbana en faja marginal	1483.6 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978



Mapa 5: Ortofoto aérea año 1978 zona actual Urb. Mirasol de Cayma.  
Fuente: Oficina AQ Plan 21 MPA



Plano 9: Lotización y topográfico Urb. Mirasol de Cayma.

Fuente: Elaboración propia Con datos de habilitación urbana de la Municipalidad de Cayma.

**Urbanización Santa Elisa.** Tiene su origen en el año 1986, diseñada para 63 lotes para uso residencial.

Tabla 8

*Datos Urbanísticos de la Urb. Mirasol de Cayma*

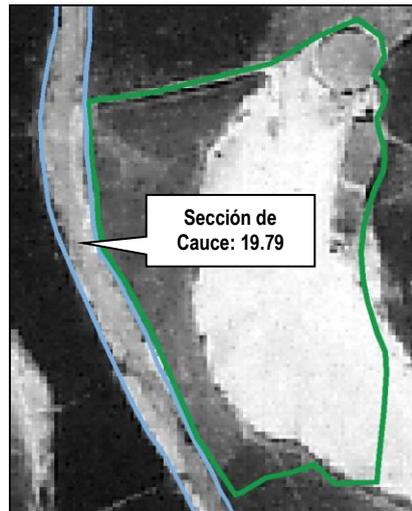
Urb. Santa Elisa	
Año de origen habilitación urb.	1986
Cauce natural (antes 2003)	18.77
Recepción obras habilitación urb.	Resolución directoral n° 1042-98-MPA-DGDU
Área habilitada	23 300.00 m <sup>2</sup>
Licencia encauzamiento	Resolución administrativa n° 042-86-MAC-DRVIII.A-DAA-ATDRCH
Ancho de cauce autorizado	10 m
Altura encauzamiento autorizado	4 m
Ancho de cauce actual	Variable de 5.19 m a 9.49 m
Altura de cauce actual	3 m
Sección de cauce crítico	15.57 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	350 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 9.19 m a 13.49 m
Área urbana en faja marginal	1400 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978.

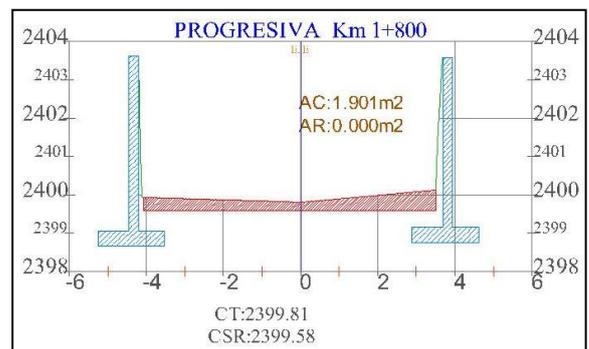
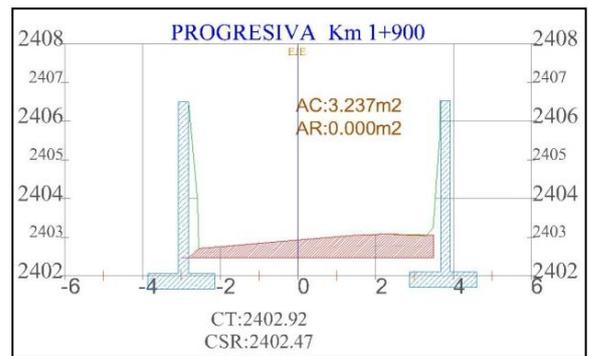


*Figura 6.* Torratera de Chullo, tramo Urb. Santa Elisa

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



Mapa 6: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. Santa Elisa.  
Fuente: Oficina AQ Plan 21 MPA.



Plano 10: Lotización y topográfico Urb. Santa Elisa y Secciones de Cauce de torrentera de Chullo.  
Fuente: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana. Municipalidad de Cayma.

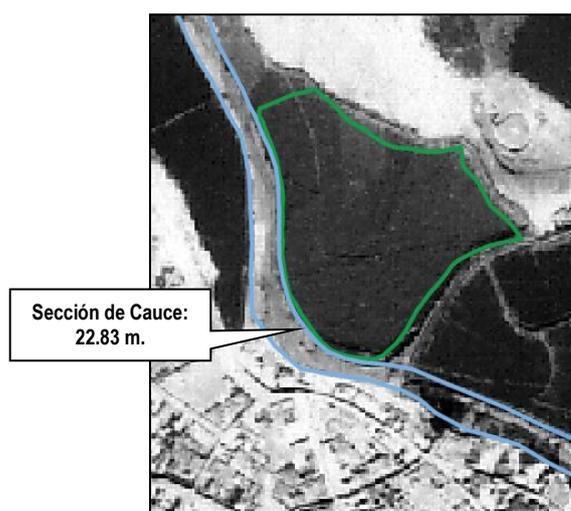
**Urbanización Jorge Basadre** tiene su origen en el año 1998, su diseño contempla 56 lotes de uso residencial.

Tabla 9

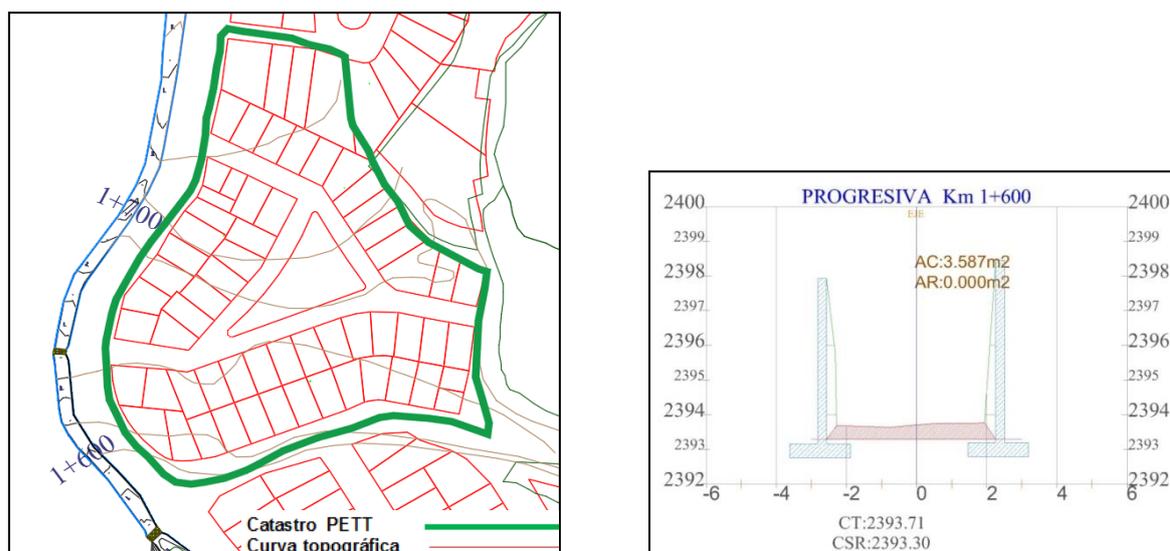
*Datos Urbanísticos de la Urb. Jorge Basadre*

Urb. Jorge Basadre	
Año de origen habilitación urb.	1998
Cauce natural (antes 1998)	22.83
Licencia encauzamiento	Resolución Administrativa N° 048-98-MAG-DRAA-AAA/ATDRCH
Ancho de cauce autorizado	5 m
Altura encauzamiento autorizado	3 m
Caudal máximo de diseño	41.96 m <sup>3</sup> /seg
Velocidad de caudal	4.78 m/seg
Ancho de cauce actual	Variable de 4.88 m a 5.16 m
Altura de cauce actual	3 m
Sección de cauce crítico	14.64 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	311.83 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 12.88 m a 13.16 m
Área urbana en faja marginal	1247.32 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978.



Mapa 7: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. Jorge Basadre.  
Fuente: Oficina AQPlan 21 MPA



Plano 11: Lotización y topográfico Urb. Jorge Basadre y Sección actual de Cauce de torrentera de Chullo. Fuente: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana. Municipalidad de Cayma.

**Urbanización Los Ángeles de Cayma.** Data del año 1996, su habilitación urbana considera 198 lotes para uso de vivienda. Durante los trabajos de habilitación urbana de la Urb. Los Ángeles de Cayma, en fecha Junio 1997, un vecino del Pueblo Viejo de Cerro Colorado, manifiesta que en la torrentera de Chullo a la altura del Pueblo Viejo de Cerro Colorado, se están realizando trabajos de habilitación urbana, que consisten en modificar la ubicación de los muros de contención existentes del lado de Cayma, avanzando 2.50m sobre el lecho de la torrentera y desde el lindero de la mencionada urbanizadora, realizándose trabajos de estrechamiento y encajonamiento del cauce, con el consecuente avance de área sobre la torrentera y consiguiente riesgo que puede provocar las modificaciones que se pretende hacer; asimismo expresa su disconformidad con la construcción de una vivienda que se ha hecho al inicio de la Calle Arequipa, colindante con la misma torrentera y en el Puente del Arquillo que une Cerro Colorado con Cayma; en ésta construcción hay también un avance sobre el lecho de la torrentera del lado de Cerro Colorado. Indica que estas obras pueden generar riesgo en caso de producirse una avenida por la torrentera. Sin embargo con resolución de la autoridad del agua, resuelve autorizar la construcción de un muro de contención ciclópeo con una sección de 5m. Las urbanizaciones Quinta Samay, Las Efigies

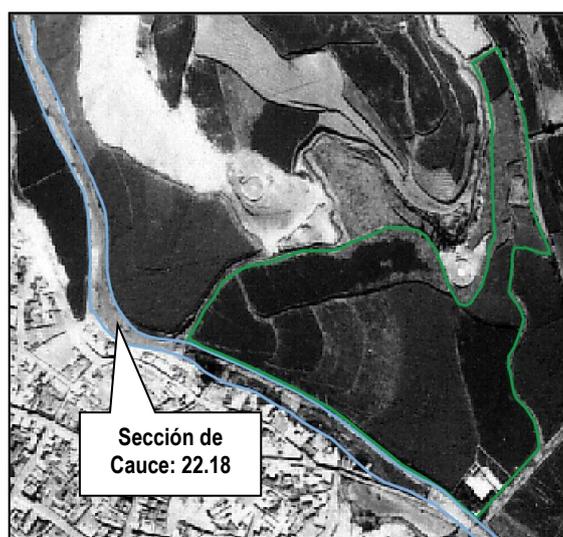
también conformantes del presente sub sector, no colindan con el cauce de la torrentera de Chullo.

Tabla 10

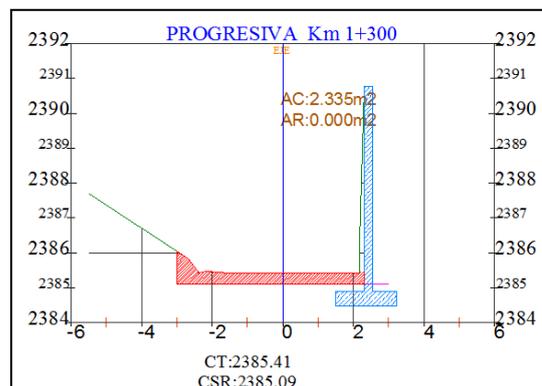
*Datos Urbanísticos Los Ángeles de Cayma*

Urb. Los Ángeles de Cayma	
Año de origen habilitación urb.	1996
Ancho cauce natural (antes 1996)	22.18 m
Licencia habilitación urbana	Resolución Directoral Nro. 1901-96-MPA
Recepción obras habilitación urb.	Resolución de Alcaldía Nro. 034-99-MDC
Área de habilitación urbana	61,500 m <sup>2</sup>
Licencia encauzamiento	Resolución administrativa N° 043-97-MAG-DRAA-AAA/ATDRCH
Ancho de cauce autorizado	5 m
Altura encauzamiento autorizado	4.05 m
Caudal máximo de diseño encauzamiento	41 m <sup>3</sup> /seg
Ancho de cauce actual	Variable de 4.83 m a 7.92 m
Altura de cauce actual	3.5 m
Sección de cauce crítico	16.91 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	289.30 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 12.83 m a 15.92 m
Área urbana en faja marginal	1157.2 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978.



Mapa 8: Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. Los Ángeles de Cayma.  
Fuente: Oficina AQ Plan 21. MPA



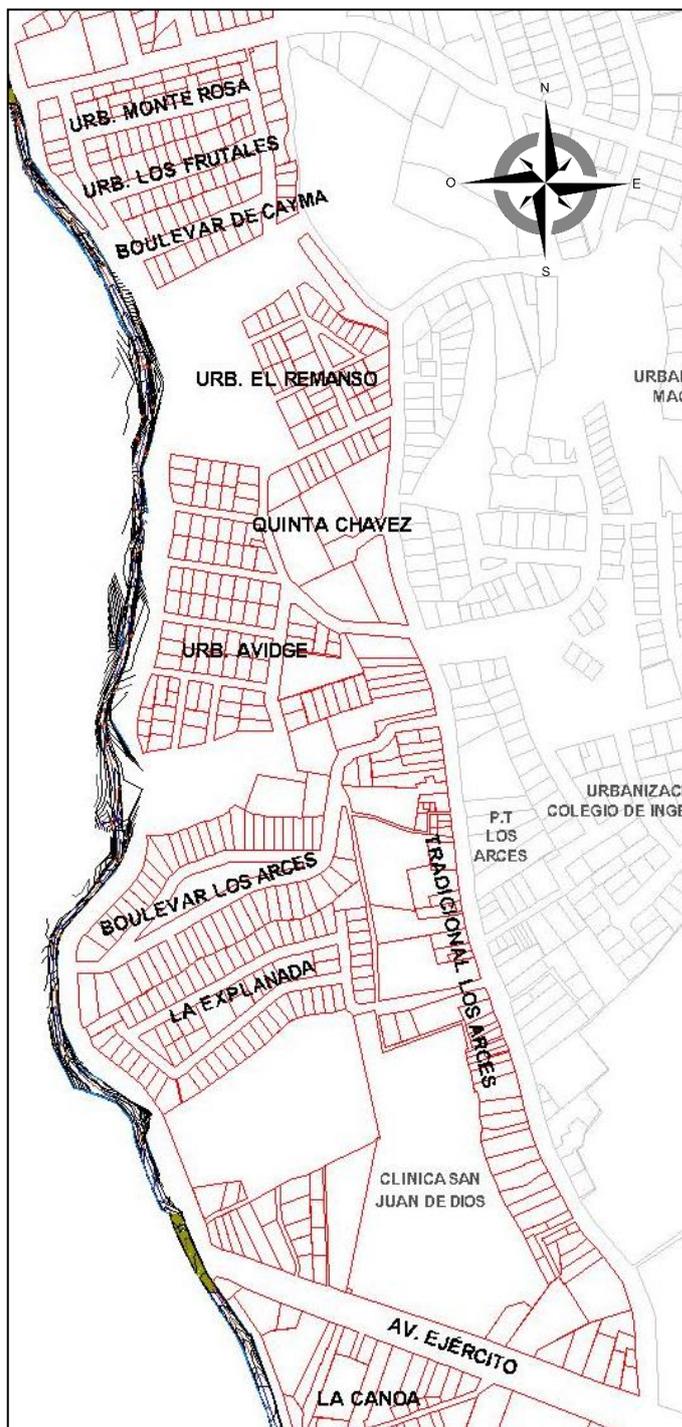
*Plano 12:* Lotización y topográfico Urb. Los Ángeles de Cayma y Sección actual de Cauce de torrentera de Chullo.

Fuente: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana. Municipalidad de Cayma

#### 4.2.2. Sub sector (Puente Pancho Fierro – Puente del Diablo Av. Ejército).

Está conformado por: Urb. Monte Rosa, Urb. Los Frutales, Urb. Boulevard de Cayma, Urb. El Remanso, Quinta Chávez, Urb. AVIDGE, Urb. Boulevard Los Arces, Urb. La Explanada, de uso residencial, inmuebles de la Calle Tradicional Los Arces que vienen convirtiéndose en comerciales e inmuebles de la Av. Ejército - lado norte de uso comercial, financiero y de servicios, destaca la clínica San Juan de Dios de escala metropolitana. La habilitación urbana más antigua en este sub sector son los lotes de Tradicional Los Arces y la Av. Ejército, mientras que la habilitación más reciente la constituye la Urb. Boulevard Los Arces que data del año 2011. El sub sector antes citado tiene un acceso y salida principal a través de la Calle Los Arces, la Av. Ejército y la Calle Pancho Fierro, para el caso de las urbanizaciones Monte Rosa, Los Frutales y Boulevard de Cayma.

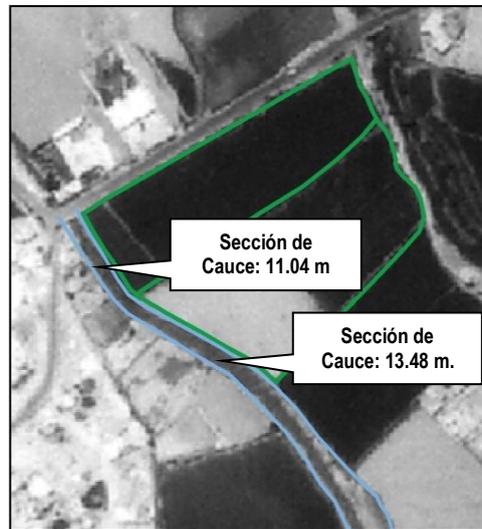
Este sub sector se cuenta con los servicios de agua, desagüe, electricidad, teléfono, cable, internet; sus vías se encuentran asfaltadas, con bermas, veredas, en buen estado de conservación



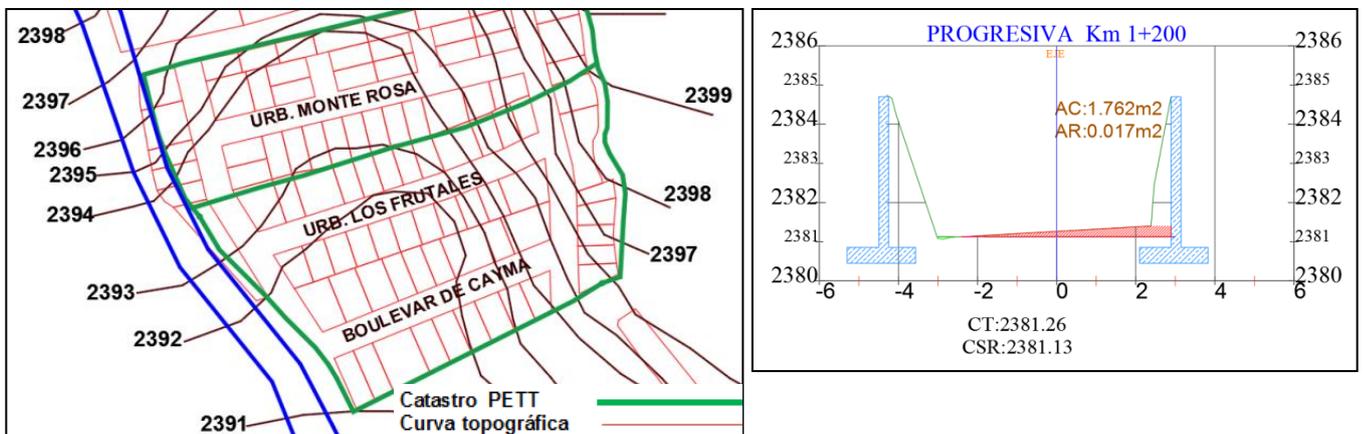
*Plano 13:* Sub Sector . Puente Pancho Fierro hasta Puente del Diablo Av. Ejército.

Fuente: Elaboración propia. Del plano catastral SGPEC.

**Urbanización Monte Rosa.** Data del año 1997, su habilitación urbana considera 40 lotes para uso de vivienda.



*Mapa 9:* Ortofoto aérea año 1978 zona actual Urb. Monte Rosa  
Fuente: Oficina AQ Plan 21. MPA



*Plano 14:* Lotización y topográfico Urb. Monte Rosa, Urb. Los Frutales, Urb. Boulevard de Cayma, con Sección de Cauce, faja marginal de torrentera de Chullo.  
Fuente: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana. Municipalidad de Cayma. ANA. MPA

Tabla 11

*Datos Urbanísticos La Urb. Monte Rosa*

Urb. Monte Rosa	
Año de origen habilitación urb.	1997
Licencia habilitación urb.	Resolución Directoral N°3315-97-MPA-DGDU
Ancho cauce natural (antes 1996)	11.04 m
Ancho de cauce actual	Variable de 4.98 m a 6.93 m
Altura de cauce actual	2.8 m
Sección de cauce crítico	13.94 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	54.30 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 12.98 m a 14.93 m
Área urbana en faja marginal	217.20 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978

***Urbanización Los Frutales.*** Data del año 2003, su habilitación urbana considera 24

lotes para uso de vivienda.

Tabla 12

*Datos Urbanísticos Los Frutales*

Urb. Los Frutales	
Año de origen habilitación urb.	2003
Licencia habilitación urb.	Resolución de Alcaldía N° 1866-2003-MDC
Recepción obras habilitación urb.	Resolución de Alcaldía N° 404-2005-MDC
Ancho cauce natural (antes 2003)	13.48 m
Licencia encauzamiento	Resolución Administrativa N° 016-2005-GRA/PR-DRAG-ATDR.CH
Ancho de cauce autorizado	No menor de 10.00 m
Ancho de cauce actual	Variable de 7.90 m a 9.30 m
Altura de cauce actual	2.80 m
Sección de cauce crítico	22.12 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	47.70 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 15.90 m a 17.30 m
Área urbana en faja marginal	190.80 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978

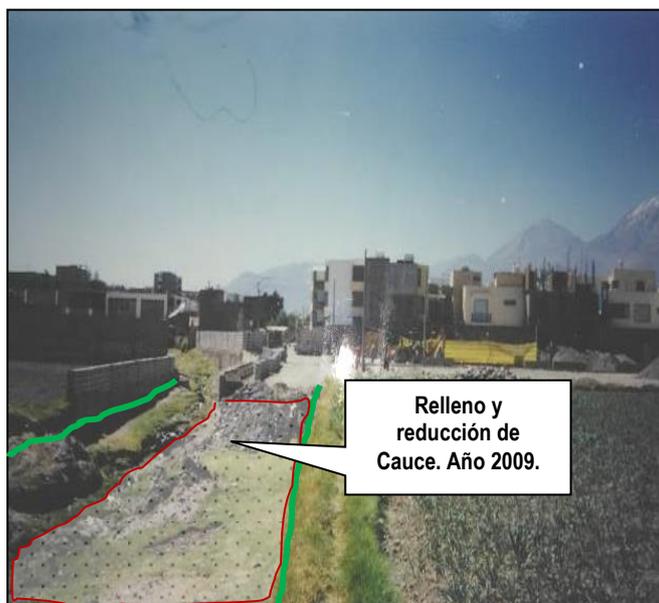
**Urbanización Boulevard de Cayma.** Se originó en el año 2009 diseñada para 23 lotes de uso residencial. En el expediente de habilitación urbana figura una constatación policial de fecha setiembre de 2009, solicitada por un agricultor del sector de Cayma manifestando que en el cauce de la torrentera “El Chullo” distrito de Cerro Colorado están realizando una habilitación urbana denominada “El Boulevard de Cayma” y está situada contigua a la torrentera, siendo el caso que dicha habilitación urbana ya invadió el cauce en un aproximado de 5 metros de ancho por 58 metros de largo, con la construcción de un muro de contención de concreto y a continuación del mismo continúan botando desmonte y piedras sobre el cauce de la torrentera. En mérito a lo anterior se constató desmonte y piedras sobre el cauce de la torrentera en un aproximado de 05 metros de ancho por 06 de largo sobre parte de la torrentera. Asimismo agrega la recurrente que estos hechos tienen conocimiento la fiscalía de prevención del delito. Sin embargo la autoridad nacional del agua con resolución administrativa autorizó la reducción del cauce planteado por la urbanizadora.

Tabla 13

*Datos Urbanísticos Boulevard de Cayma*

Urb. Boulevard de Cayma	
Año de origen habilitación urb.	2009
Ancho cauce natural (antes 1996)	13.48 m
Licencia encauzamiento	Resolución Administrativa N° 047-2009-ANA/ALA-CH
Ancho de cauce autorizado	7.50 a 8.25 m
Altura encauzamiento autorizado	3.00 a 3.60 m
Ancho de cauce actual	Variable de 6.85 m a 7.73 m
Altura de cauce actual	2.40 m
Sección de cauce crítico	16.44 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	54.00 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 14.85 m a 15.73 m
Área urbana en faja marginal	216.00 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1978



*Figura 7:* Relleno de cauce de torrentera de Chullo, tramo Urb. Boulevard de Cayma.  
Fuente: Expediente de Habilitación Urbana. Municipalidad de Cayma

**Urbanización AVIDGE.** La habilitación urbana se inició en el año 1983, fue concebida para albergar 89 lotes de uso residencial. En el expediente de habilitación urbana de la Urb. AVIDGE figura la Resolución Administrativa N° 070-2003-GR/PE-DRAG-AA/ATDRCH del año 2003, hace referencia a un pedido presentado por los vecinos de la Urb. Las Caléndulas, solicitando la paralización de obra de muro de encauzamiento que se viene construyendo en la torrentera El Chullo (en el tramo de la hoy Urb. AVIDGE), reduciendo la sección del cauce poniendo en peligro los terrenos colindantes a la zona en caso de una entrada del cauce; que a su vez la Resolución Administrativa N° 315-2001-CTAR/PE-DRAG-AAA/ATDRCH de fecha diciembre del 2001 en el que autoriza la construcción de la obra se encuentra fuera del plazo establecido, por lo que la recurrente debe realizar los trámites de regularización; se resuelve: autorizar a la (hoy Urb. AVIDGE) la corrección y fijación del nuevo trazo del muro de encauzamiento, respetando un ancho de 7.0m.l. como mínimo de faja marginal de cauce de la torrentera y altura de contención efectiva de 2.00m., con el objetivo de evitar posibles desbordes en los terrenos de cultivo por ser el tramo más vulnerable a causa del mayor nivel de la rasante de la torrentera y porque

presenta cambios de dirección en su eje, produciendo choques frontales a los muros naturales de tierra de cultivo del flujo de aguas en épocas de lluvia.

No habiendo concluido el encauzamiento en el año 2003, el ANA indica que verificó la existencia de un área libre de aproximadamente 700 m<sup>2</sup> entre el cauce de la Torrentera Chullo y la Urb. AVIDGE cuya sección hidráulica tiene un ancho variable de 2.5 a 5.0 m.; con Resolución Administrativa N° 406-2009-ANA/ALA-CH de fecha Noviembre de 2009, se resuelve; aprobar la construcción de Muro de Contención en el Sector de la Urbanización AVIDGE, con una longitud de 49.93 m. (margen izquierda), su trazo proyectado respetará la sección representativa de la torrentera de 7.50 m. a 5 m. de ancho y 3.0 m. de altura.

Tabla 14

*Datos Urbanísticos de AVIDGE*

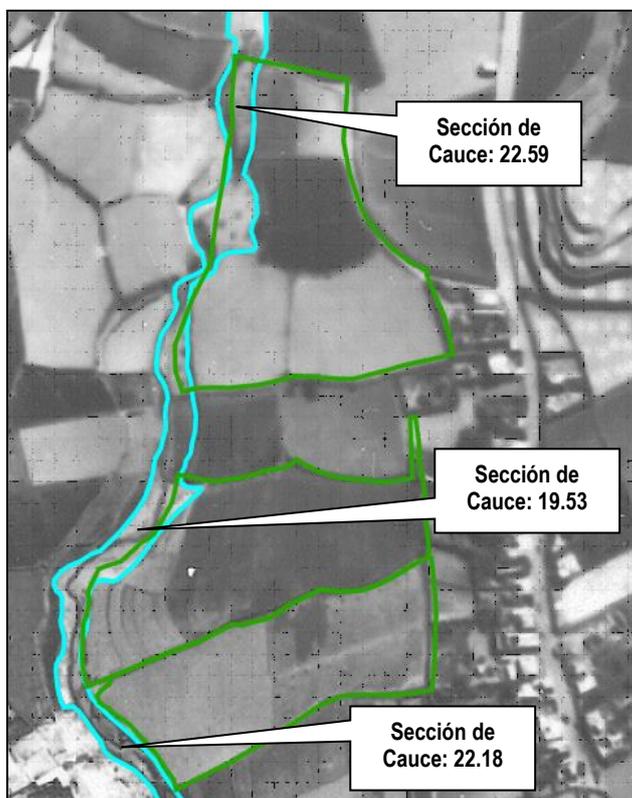
<b>Urb. AVIDGE</b>	
Año de origen habilitación urb.	1983
Ancho cauce natural (antes 1996)	22.59 m
Licencia habilitación urb.	Resolución Municipal 248-MPA-83
Recepción obras habilitación urb.	Resolución Municipal 554-R-88-MPA
Área de habilitación urbana	22 260.00 m <sup>2</sup>
Licencia encauzamiento	Resolución Administrativa N° 315-2001-CTAR/PE-DRAG-AA/ATDRCH Resolución Administrativa N° 070-2003-GR/PE-DRAG-AA/ATDRCH Resolución Administrativa N° 406-2009-ANA/ALA-CH
Ancho de cauce autorizado	6 m
Altura encauzamiento autorizado	3.3 m
Ancho de cauce actual	5.8 m
Altura de cauce actual	2.5 m
Sección de cauce crítico	14.50 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	150.00 m
Faja marginal (año 2008)	14 m
Área urbana en faja marginal	600 m

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1962



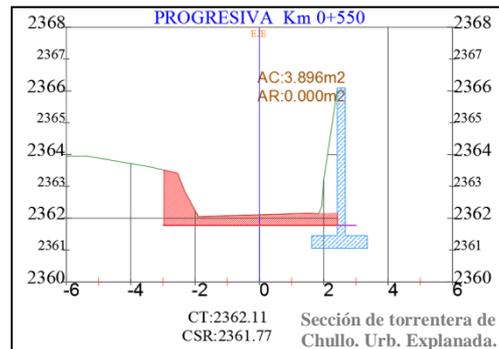
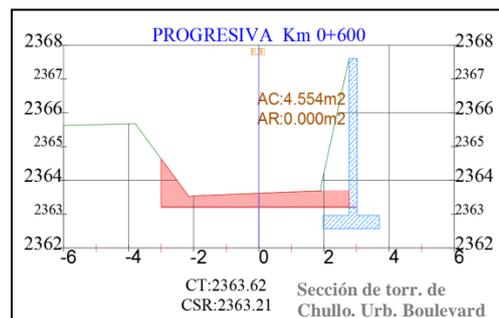
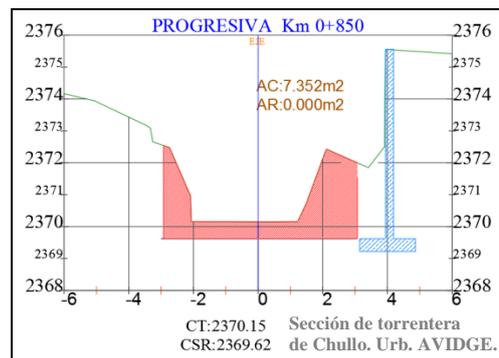
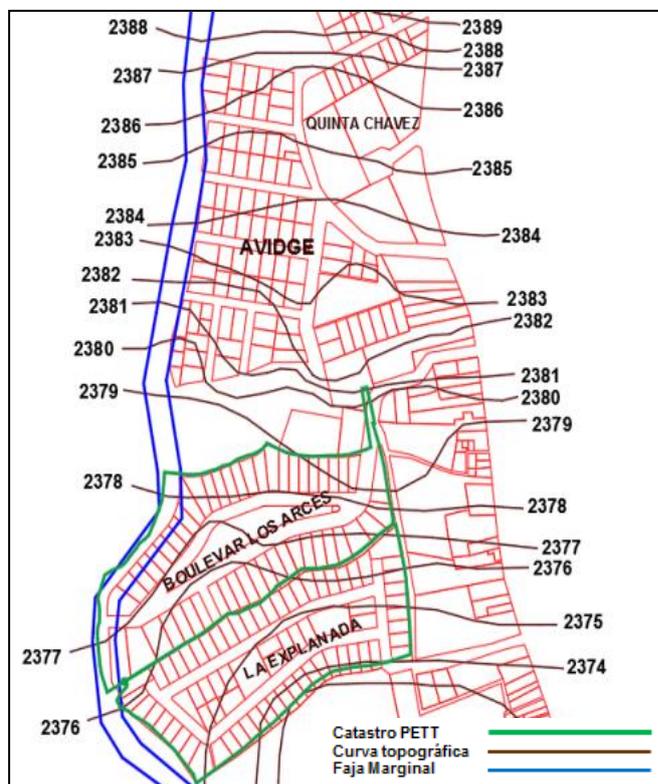
*Figura 8:* Cauce de torrentera de Chullo 2009, tramo Urb. AVIDGE.

Fuente: Expediente de Habilitación Urbana. Municipalidad de Cayma.



*Mapa 10:* Ortofoto aérea año 1962 zona actual Urb. AVIDGE

Fuente: Oficina AQ Plan 21. MPA



Plano 15: Lotización y topográfico Urb. AVIDGE, Urb. Boulevard Los Arces, Urb. Explanada; Secciones de Cauce de torrera de Chullo. Faja marginal.

Fuente: Elaboración propia. Con datos de: Habilitación urbana -Municipalidad de Cayma.

**Urbanización Boulevard Los Arces.** Se inició en el año 2011, fue diseñada para albergar 51 lotes de uso residencial. En el expediente de la habilitación urbana de la Urb. Boulevard Los Arces, figura la resolución administrativa N° 315-2001-CTAR/PE-DRAG-AAA/ATDRCH, antes expedida para el sector AVIDGE; sustentan que al haberse aprobado por la autoridad del agua la faja marginal en la Urb. AVIDGE aledaña, con 6 m de sección, por ende ejecutan su prolongación bajo las mismas condiciones.

Tabla 15

*Datos Urbanísticos Boulevard Los Arces*

Urb. Boulevard Los Arces	
Año de origen habilitación urb.	2011
Licencia habilitación urbana	Resolución 202-2011-MDC-GDU
Recepción obras habilitación urb.	Resolución 380-2012-GDU-MDC
Área de habilitación urbana	18 645.00 m <sup>2</sup>
Ancho cauce natural (antes 1996)	19.53 m
Licencia encauzamiento	Resolución Administrativa N° 315-2001-CTAR/PE-DRAG-AA/ATDRCH
Ancho de cauce autorizado	6 m
Altura encauzamiento autorizado	3.0 m
Ancho de cauce actual	5.0 m
Altura de cauce actual	2.5 m
Sección de cauce crítico	12.50 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	151.00 m
Faja marginal (año 2008)	13 m
Área urbana en faja marginal	604 m

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1962.



*Figura 9:* Relleno desde el nivel de la torrentera de Chullo, tramo Urb. Boulevard Los Arces.  
Fuente: Expediente de Habilitación Urbana.  
Municipalidad de Cayma.

**Urbanización Explanada Challapampa.** Se originó en el año 2001, diseñada para albergar 69 lotes con fines de vivienda R3. Las urbanizaciones El Remanso, Quinta Chávez y Tradicional Los Arces también conformantes del presente sub sector, no colindan con el cauce de la torrentera de Chullo.

Tabla 16

*Datos Urbanísticos La Explanada Challapampa*

Urb. La Explanada Challapampa	
Año de origen habilitación urb.	2001
Recepción obras habilitación urb.	Resolución de Alcaldía 224-2004-MDC
Área de habilitación urbana	15 618.24 m <sup>2</sup>
Ancho cauce natural (antes 1996)	22.18 m
Licencia encauzamiento	315-2001-CTAR/PE-DRAG-AAA/ATDRCH
Ancho de cauce autorizado	6 m
Altura encauzamiento autorizado	3.0 m
Ancho de cauce actual	Variable de 4.24m a 7.79 m
Altura de cauce actual	2.5 m
Sección de cauce crítico	10.60 m <sup>2</sup>
Largo de cauce	85.32 m
Faja marginal (año 2008)	Variable de 12.24m a 15.79 m
Área urbana en faja marginal	341.28 m <sup>2</sup>

Nota: Elaboración propia. Con datos de habilitación urbana Municipalidad de Cayma. Foto aérea año 1962

#### **4.2.3. Sub sector (Puente del Diablo Av. Ejército - Puente la Concordia)**

Está conformado por: Urb. León XIII, Pueblo Tradicional Señor de la Caña, Tradicional La Canoa, lotes con frente a la Av. Ejército, los cuales se originaron para el uso residencial. El Centro Comercial Real Plaza y el colegio Lord Byron, también forman parte de este subsector.

El acceso principal de las habilitaciones urbanas conformantes, es a través de la Av. Ejército, Av. Trinidad Morán, Calle Los Arces, Calle Grande. Este sector se viene

consolidando con el uso comercial en torno la Av. Ejército, vía metropolitana de carácter comercial.

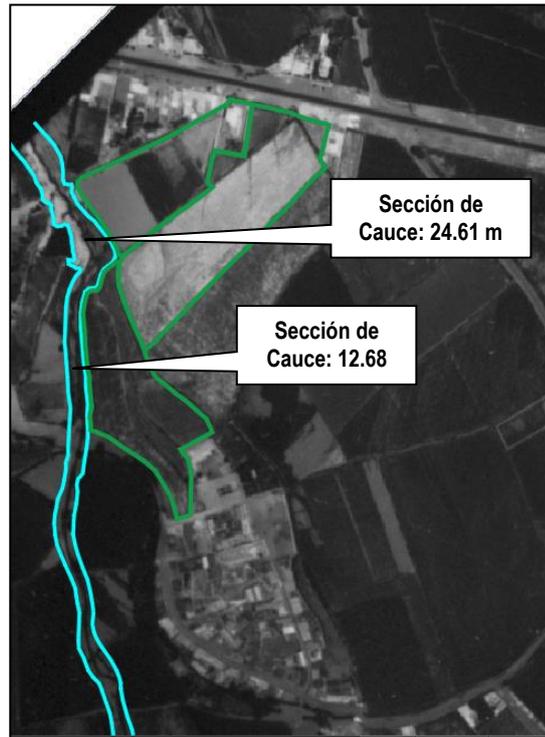
Antes del año 1944 ya existía el pueblo Tradicional Sr. de la Caña y algunos lotes con frente a la Av. Ejército y Calle La Canoa. La Urb. León XIII data de la década de 1960, producto de la reconstrucción de Arequipa luego de los terremotos de 1958 y 1960. El centro comercial Real Plaza fue construido en el año 2008.

Este sub sector se cuenta con los servicios de agua, desagüe, electricidad, teléfono, cable, internet, dos años atrás se instaló la red matriz de gas que pasa por la Calle Grande.

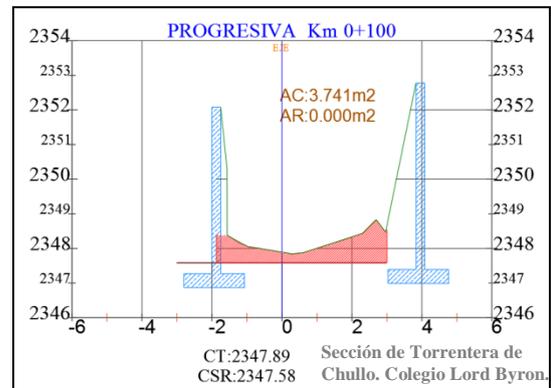
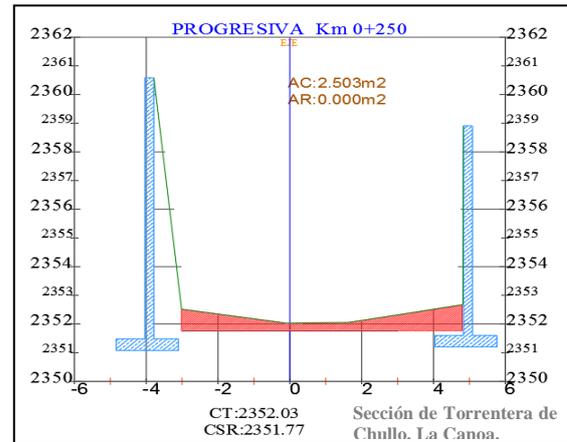
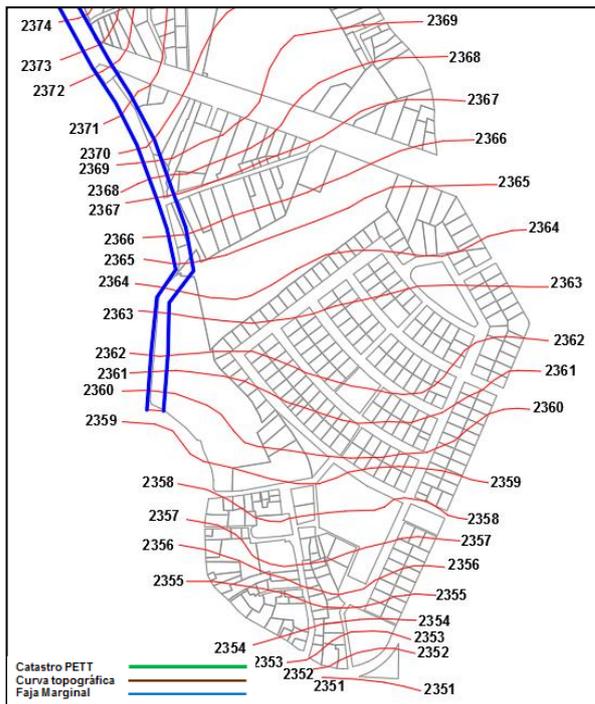


*Plano 16:* Sub Sector. Puente del Diablo Av. Ejército, hasta Puente Concordia.

Fuente: Elaboración propia. De plano catastral SGPEC. Municipalidad de Cayma



Mapa 11: Ortofoto aérea año 1944 zona actual Sub Sector. Puente del Diablo Av. Ejército, hasta Puente Concordia. Fuente: Oficina AQ Plan 21. MPA



Plano 17: Lotización y topográfico Urb. León XIII, P.T. Señor de la Caña, Av. Ejército – La Canoa, Colegio Lord Byron, C.C. Real Plaza. Secciones de Cauce de torrentera de Chullo. Faja marginal.

Fuente: Elaboración propia. Con datos de: Habilitación urbana -Municipalidad de Cayma. Infraestructuras Básicas y Servicios Esenciales

### **4.3. Infraestructuras Básicas y Servicios Esenciales**

En el sector de estudio la totalidad de urbanizaciones existentes cuentan con servicios a domicilio de: agua, desagüe, electricidad, telecomunicaciones; sin embargo parte de la infraestructura pública instalada para servicios básicos, se encuentra expuesta a peligro por inundación, ya que ha sido instalada dentro de la faja marginal establecida por el ANA para la torrentera de Chullo.

#### **4.3.1. Infraestructura para servicio público de desagüe.**

En el proceso de habilitación urbana de las actuales urbanizaciones Santa Elisa y Jorge Basadre, el Ministerio de Agricultura - Dirección Regional Agraria Arequipa. Administración Técnica Distrito de Riego Chili; con Resolución Administrativa N° 100-96-MAG-DRAA-AAA/ATDRCH, de fecha diciembre de 1996; resuelve; autorizar a la urbanizaciones Jorge Basadre y Santa Elisa para que pueda ejecutar las obras de desagüe en una longitud de 619 m a través del cauce de torrentera del Chullo (Costado derecho) hasta empalmar en la red de desagüe que pasa por la Urbanización “AVIDGE, conforme al proyecto presentado, se menciona que cuentan con la Resolución N° 02072 “SEDAPAR” que autoriza la ejecución de dichas obras bajo la modalidad de encargo a todo costo, así mismo se cuenta con la opinión favorable del Comité Regional de Defensa Civil para la ejecución de dicho proyecto.

Es por ello que en la actualidad cada 30 metros aproximadamente (bajando por la torrentera de Chullo al costado derecho) se hacen notorios los buzones y la presencia de la red de desagüe por dentro del cauce de la torrentera de Chullo. Pasando el puente de uso privado edificado frente a la Urbanización Los Ángeles de Cayma (bajando por el cauce de la torrentera al costado derecho), se puede apreciar un buzón de desagüe construido por dentro del cauce de la torrentera de Chullo, coordenadas UTM WG 84 de 227227.40 y 8187409.11. (Véase Figura 10).



*Figura 10:* Buzón red de desagüe, frente a Urb. Los Ángeles de Cayma.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

También se puede apreciar a una distancia de 12 metros del puente Pancho Fierro, restos de las tuberías de desagüe y buzones que fueron destruidos por la fuerza del caudal en el ingreso de la torrentera del Chullo el día 26 de Febrero de 2016, luego del desastre estas tuberías fueron reemplazadas y afianzadas con un vaciado de concreto. (Véase Figura 11)



*Figura 11:* Restos de tuberías de desagüe, afectados por ingreso de torrentera.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

En el expediente de habilitación urbana de la Urbanización Los Ángeles de Cayma específicamente en el plano de replanteo de conexiones domiciliarias de desagüe, se aprecia que la red colectora de las redes domiciliarias de desagüe de la Urb. Los Ángeles de Cayma se empalman a la red que viene de la Urb. Santa Elisa y Jorge Basadre, a la altura del puente Pancho Fierro.

Frente a Urbanización Los Frutales se aprecia que los buzones han sido suspendidos, ya que el nivel de la red de desagüe está 70 cm por encima del nivel del cauce de la torrentera de Chullo, la tubería se encuentra protegida por un encajonado de concreto. Frente a la urbanización Boulevard de Cayma (coordenadas UTM WG 84 de 227297.45 y 8187247.51) el nivel de la red de desagüe está 1.50m encima del nivel de la torrentera, en este punto la red de desagüe cruza del costado derecho hacia el costado izquierdo, a través de un pequeño puente con estructura metálica en el cual se soporta la tubería de desagüe. (Véase Figura 12)



*Figura 12:* Red Desagüe, cruza la torrentera de Chullo, pasando la Urb. Boulevard de Cayma (bajando).  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

Frente al colegio Lord Byron a 15 m del puente Concordia (coordenadas UTM WG 84 de 227492.61 y 8186106.57) se aprecia aún restos de tuberías de desagüe que cruzaban la torrentera y que fueron destruidas por el ingreso de la torrentera en temporada de lluvias, luego del siniestro fue repuesta la tubería de desagüe y protegida con una viga y bases de concreto armado, el nivel de la tubería de desagüe está 50 cm por encima del nivel de la torrentera. (Véase Figura 13)



*Figura 13:* Tubería que cruza el cauce de la torrentera, frente a colegio Lord Byron.

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

#### **4.3.2. Infraestructura para servicio público de agua.**

En el sector de estudio, se cuenta con el servicio de agua y desagüe en su totalidad; parte de las redes de agua se encuentran expuestos a peligro de inundación debido a que se encuentran instaladas en el cauce de la torrentera principalmente se hace notorio en la vía urbana habilitada paralela al encauzamiento de la torrentera. Del plano de agua de la habilitación urbana Los Ángeles de Cayma se puede apreciar que la red principal de acometida de agua viene de Cerro Colorado pasando por el puente Pancho Fierro, en caso de que el puente Pancho Fierro sea afectado por una avenida de la torrentera puede afectar la disponibilidad de agua de la urbanización Los Ángeles de Cayma, así como las urbanizaciones aledañas. (Véase Figura 14)



*Figura 14:* Plano de redes de agua Urb. Los Ángeles de Cayma. Acometida viene por el puente Pancho Fierro.

Fuente: Exp. Habilitación Urbana. Municipalidad de Cayma.

### 4.3.3. Infraestructura para servicio público de electricidad.

En el sector de estudio se cuenta con el servicio de electricidad en su totalidad. Parte de la red pública de electricidad, así como postes de alta tensión están expuestos a peligro por inundación ya que se encuentran instalados en la vía habilitada paralela al encauzamiento de la torrentera de Chullo, dentro de la franja marginal delimitada por el ANA, esta situación compromete a las viviendas cercanas ya que de caer el poste y los cables de alta tensión podrían electrocutar a los pobladores residentes así como a los transeúntes que utilizan estas vías; de igual manera pueden dejar sin servicio de electricidad al sector de estudio abastecido por esta red principal.

De la misma forma, por los puentes que cruzan la torrentera de Chullo, pasan las redes públicas de electricidad, principalmente los puentes que forman parte de vías importantes vehiculares como: Calle Pancho Fierro, Av. Ejército, Calle Canoa, Calle Grande; en caso de que estos puentes resulten afectados por una avenida de la torrentera de Chullo podría afectar también la infraestructura pública de electricidad. (Véase Figura 15)



*Figura 15:* Poste de alta tensión dentro de la faja marginal aprobada por el ANA.

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

#### **4.3.4. Infraestructura para servicio público de gas natural.**

En los últimos dos años se inició la instalación de redes troncales para el servicio masivo de gas natural en la ciudad de Arequipa; para el caso del distrito de Cayma, una de las redes matrices se instaló en la Calle Grande del Pueblo Tradicional Señor de la Caña pasando por el puente La Concordia, como se conoce este puente viene siendo afectado por las crecidas del caudal de la torrentera de Chullo.

#### **4.4. Identificación de Probable Área de Influencia del Fenómeno de Estudio**

La configuración geográfica del sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia del distrito de Cayma) principalmente su posicionamiento topográfico con depresión respecto al cauce de la torrentera de Chullo; la sucesión histórica de fenómenos pluviales producidos en nuestra ciudad durante los meses de verano como factor desencadenante. La existencia de 19 centros poblados habilitados a menos de 150 m de distancia de la torrentera de Chullo, así como equipamientos de comercio, salud, educación.

La delimitación de la faja marginal realizada por el ANA donde se corrobora que en varios de los procedimientos de habilitación urbana en el sector de estudio, fueron autorizadas áreas del cauce de la torrentera de Chullo para fines urbanos donde en la actualidad existe infraestructura de servicios básicos, así como infraestructura pública y privada. Estos aspectos nos llevan a prever que es probable que el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia del distrito de Cayma) sea afectado por el riesgo de inundación.

El conocimiento histórico del fenómeno pluvial, así como su recurrencia; la caracterización del peligro por inundación, serán analizados en el presente estudio con ayuda de la información proporcionada por las entidades técnico – científicas competentes.

#### **4.5. Caracterización de Peligros Generados por Fenómenos de Origen**

##### **Hidrometeorológico**

##### **4.5.1. Variabilidad de las precipitaciones en el planeta y efectos en el Perú.**

*Calentamiento global.* Paola Vargas (2009) en su estudio El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú manifiesta que:

El cambio climático se define como una modificación identificable y persistente del estado del clima; por variabilidad natural o por efecto de la actividad humana. En la actualidad se viene produciendo un acelerado calentamiento en la superficie terrestre como resultado de una mayor acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Por su parte el efecto invernadero es un fenómeno que afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera, mediante este efecto determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar (...). A partir de la revolución industrial y principalmente en la segunda mitad del siglo XX, la actividad humana ha exacerbado el efecto invernadero a través del aumento significativo de GEI en la atmósfera, especialmente dióxido de carbono y metano (...). Según la NASA el promedio anual de las emisiones mundiales de GEI para el periodo 2000-07 aumentó en 260 por ciento respecto a la década 1950-59 (...). De esta manera, se desnaturaliza el mecanismo positivo del efecto invernadero transformándolo en un problema que altera la composición de la atmósfera mundial, la variabilidad natural del clima e intensifica el calentamiento gradual de la superficie (...). (pp.04-11)

Así mismo Vargas (2009) hace referencia mediante un diagrama que la variación promedio de la temperatura global superficie - océano en el período 1880 al 2003 ascendió 1°C (p.11).

***Cambio climático y variabilidad de las precipitaciones.*** Las observaciones empíricas sugieren que el calentamiento del sistema climático es una realidad y entre otros impactos genera: mayor variabilidad de las precipitaciones; el calentamiento global produce una mayor evaporación de la superficie del océano, intensificando el ciclo hidrológico y aumentando las precipitaciones de manera variable. En función a ello Vargas (2009) manifiesta:

Dado que el escenario que establezca el clima es altamente ambicioso, se esperan aumentos en la temperatura atmosférica y de los océanos, generando cambios en la precipitación y en los niveles de escorrentía para mediados del presente siglo. Así, en áreas tropicales pluviales la escorrentía anual aumentaría entre 10 y 40 por ciento, incrementando la variabilidad de las precipitaciones y los efectos negativos que ello conlleva como el aumento del riesgo de crecidas, impactos en la infraestructura y calidad del agua (p.15).

***Efectos del cambio climático en el Perú.*** Según Vargas (2009) nos indica que en el Perú, los principales efectos climáticos del aumento de la temperatura global, estarán asociados entre otros, al aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño. El retroceso de los frentes glaciares junto con el incremento en la intensidad de las lluvias, produciría la formación de lagunas o glaciares “colgados”; aumentando el riesgo de desastres naturales (huaycos, aluviones y rebalses); afectando a las poblaciones de los valles interandinos del país.

El cambio climático produciría un calentamiento de la capa superior del océano, lo que podría afectar la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño (CONAM 1999).

En esta línea, se observa que el fenómeno del Niño está asociado con aumentos de la temperatura superficial promedio del mar por encima de 2°C, mientras que los eventos más severos se asocian a aumentos superiores a 8°C. Vargas (1999) concluye que se estima, que “de duplicar las concentraciones de CO<sub>2</sub> al 2070, se llegaría a un calentamiento de 3.49°C en

el Pacífico Oriental, lo que provocaría un escenario climático similar al de un evento del Niño de intensidad media” (p.28).

**Fenómeno El Niño.** Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Sistema de Información Clima y Agua argumenta que

El fenómeno de El Niño - Oscilación Sur (ENOS) es un patrón climático recurrente que implica cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico tropical. En períodos que van de tres a siete años, las aguas superficiales de una gran franja del Océano Pacífico tropical, se calientan o enfrían entre 1 ° C y 3 ° C, en comparación a la normal. Este calentamiento oscilante y el patrón de enfriamiento, es conocido como el ciclo ENOS (o ENSO por sus siglas en Inglés), afectando directamente a la distribución de las precipitaciones en las zonas tropicales y puede tener una fuerte influencia sobre el clima en los otras partes del mundo.

El nombre de El Niño (refiriéndose al niño Jesús) fue dado por los pescadores peruanos a una corriente cálida que aparece cada año alrededor de Navidad. Lo que ahora llamamos El Niño les pareció como un evento más fuerte de la misma, y el uso del término se modificó para hacer referencia sólo a los hechos irregularmente fuertes.

La fase cálida de El Niño suele durar aproximadamente entre 8-10 meses. El ciclo ENOS entero dura generalmente entre 3 y 7 años, y con frecuencia incluye una fase fría (La Niña) que puede ser igualmente fuerte, así como algunos años que no son anormalmente fríos ni cálidos. Sin embargo, el ciclo no es una oscilación regular como el cambio de estaciones, pudiendo ser muy variable en tanto en la intensidad como en su duración. (INTA, s.f.)

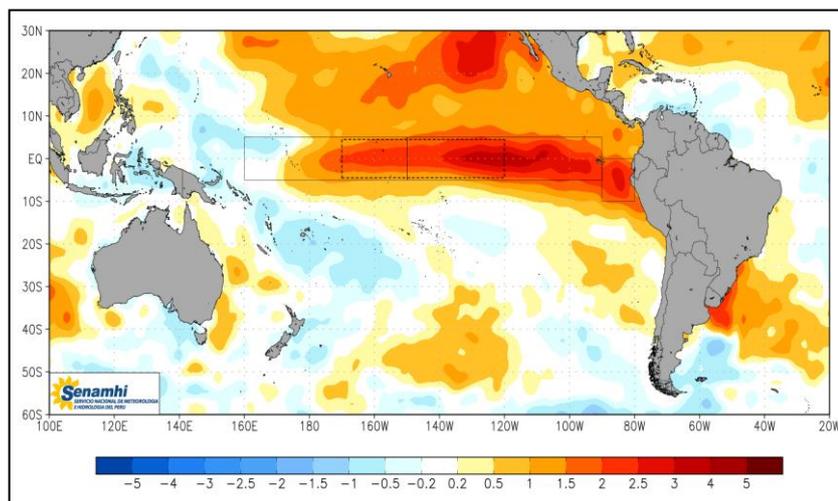


Figura 16: Anomalía de la temperatura superficial del mar.

Fuente: (SENAMHI, s.f)

El Niño en el Perú se manifiesta con lluvias torrenciales principalmente en las ciudades de la costa peruana. Fernández-Dávila y Benites (1999) afirman que:

A nivel nacional, las regiones de costa y de sierra presentan condiciones climáticas desérticas y semidesérticas ocasionadas por la barrera de la Cordillera de los Andes que impide el pasaje de masas aéreas húmedas procedentes del sudeste; también de considerable influencia es el hecho de que las masas húmedas y frías del vecino Océano Pacífico al ingresar a las zonas continentales peruanas de mayor temperatura que el mar, al calentarse aumentan su capacidad para contener agua atmosférica, haciendo descender la temperatura del punto de rocío, desapareciendo de esta manera las condiciones termodinámicas para que se presenten lluvias. Esta crítica condición es impuesta por el flujo de la fría Corriente Oceánica del Perú. Sin embargo, durante el verano, las masas húmedas provenientes de los océanos Pacífico y Atlántico incluyendo la cuenca amazónica, originadas por la mayor evaporación estival, se condensan en las alturas andinas, produciendo precipitaciones pluviales en la sierra peruana, en la que también se encuentra ubicada la localidad de Arequipa. (p.3)

Respecto al fenómeno de El Niño, afirman que existe indicaciones que sus efectos sobre las lluvias en la localidad de Arequipa son muy variados.

Los volúmenes de lluvia que caen en la Región Arequipa en años típicos de El Niño son variables; el año de mayor lluvia corresponde a 1972 (El Niño Grande), otro año de considerables lluvias es el de 1963 en el que El Niño no se hizo presente (Ausente); se observa que en 1966 (El Niño Moderado o tal vez Grande), fue un año de sequía; debe resaltarse que estos tres años, las lluvias cayeron a partir de alturas considerables (800, 1425 y 2260 metros, respectivamente). Por otra parte los años de El Niño Gigante se caracterizan porque la lluvia inusualmente cae en gran parte sólo en la franja costera (hasta 1775 m en 1983 y hasta 600 m en 1998), presentándose ausencia de lluvias entre los 1775 y 3600 m en 1983, y entre los 600 y los 1775 m en 1998). Así mismo, en general se observa que los mayores volúmenes de lluvia corresponden a altitudes superiores a los 4000 m, valores compatibles con la estratégica ubicación de las represas de Arequipa y sus cuencas de contribución hidrológica. (pp.05-06).

En los años de El Niño Gigante, las precipitaciones se concentran casi exclusivamente en la zona costera del Departamento de Arequipa, produciéndose sequías por encima de la altitud de aproximadamente 1 000 metros, afectando por tanto a la localidad de Arequipa.

Como conclusión de este aspecto particular se puede establecer que en general la Oscilación Austral El Niño (ENSO) no tiene marcada influencia sobre la magnitud de las precipitaciones pluviales en la zona de Arequipa. Sin embargo, la media de la categoría Temperatura Fría aparece como valor estadísticamente superior, así como la media de la categoría El Niño Grande. (p.21)

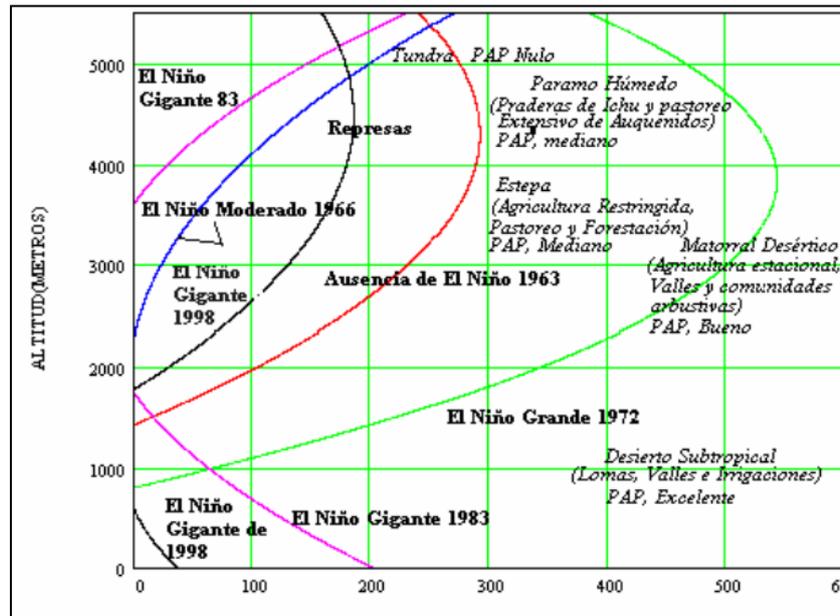
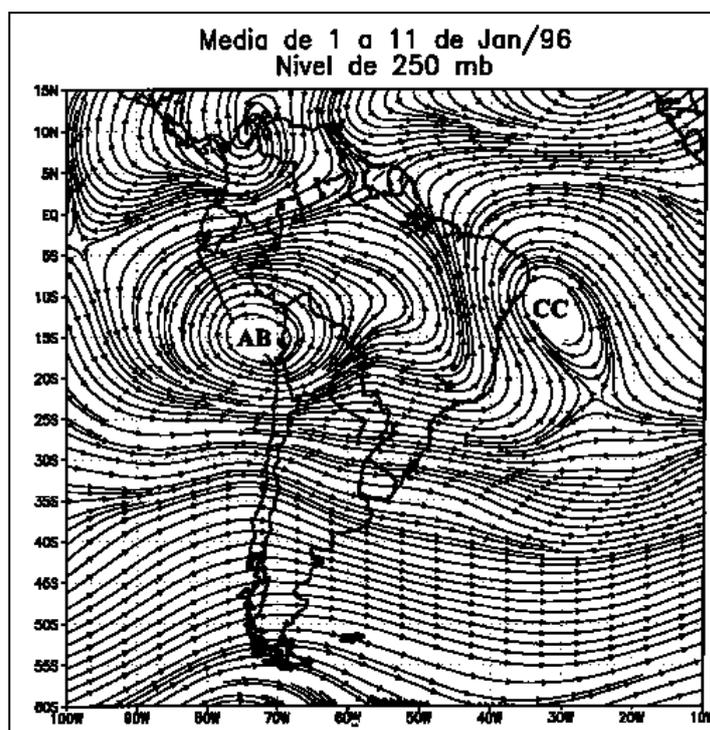


Figura 17: Lluvia total de Enero y Febrero en Perú 1998.  
Fuente: (Fernández-Dávila y Benites, 1999)

**La Alta Boliviana.** Adrian Levy (2015) en su artículo publicado La Alta Bolivia refiere que

Entre la segunda mitad de la primavera y el inicio del otoño, cuando siempre observamos, a unos 9,000 o más metros sobre el nivel del mar, un gran remolino de aire que gira sobre el territorio de Bolivia en el sentido inverso a las agujas del reloj; este remolino es llamado la Alta Boliviana y abarca casi toda la mitad norte de Sudamérica. La función más importante que tiene es conducir la humedad del aire amazónico por encima de todas las cadenas de los Andes peruanos produciendo lluvias en todos los valles interandinos.



*Figura 18:* Líneas de corriente en 250 hPa mostrando la Alta de Bolivia. Medida para el período del 1 al 11 de Enero de 1996.  
Fuente: CPTEC/INPE

#### 4.5.2. Registro de precipitaciones en Arequipa

Los gráficos siguientes muestran las precipitaciones producidas durante los meses de enero, febrero y marzo, en tres estaciones de Arequipa (La Pampilla, El Frayle y Chiguata) en el período 2006 al 2104; es el mes de febrero en el que se registra el mayor volumen de precipitaciones; para fines del presente estudio debemos tomar especial atención los días en que se produjeron fenómenos pluviales excepcionales, porque es en esas fechas cuando se produce el desborde de las torrenteras y se generan inundaciones. De los tres gráficos, se destaca la precipitación registrada el 08 de febrero de 2013 de 124.5 mm en la estación La Pampilla.

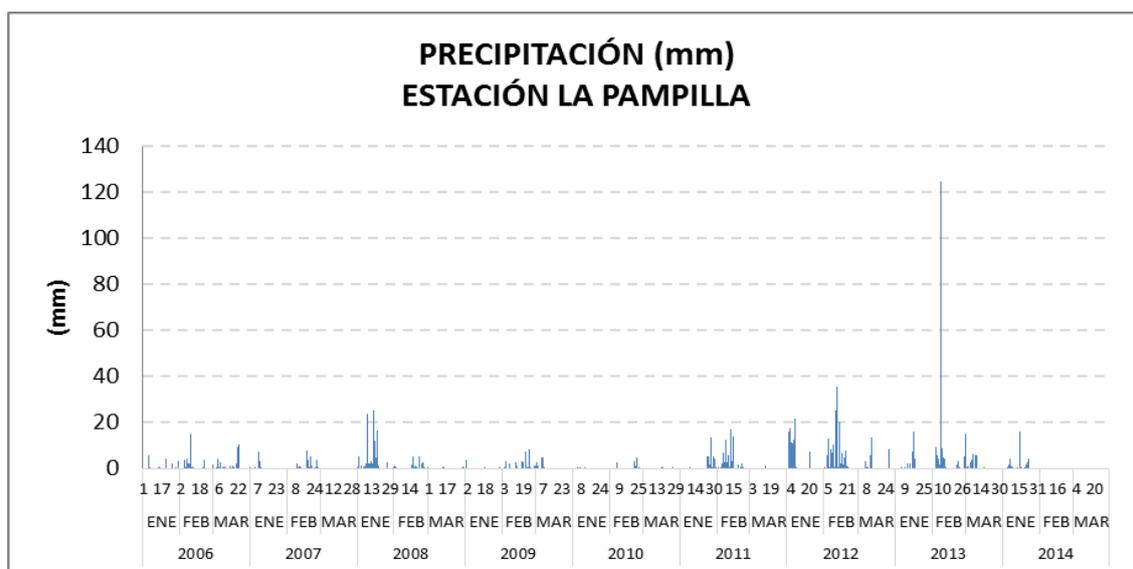


Gráfico 1: Precipitaciones. Estación: La Pampilla. Período 2006-2014  
Fuente: Elaboración propia. Datos de SENAMHI.

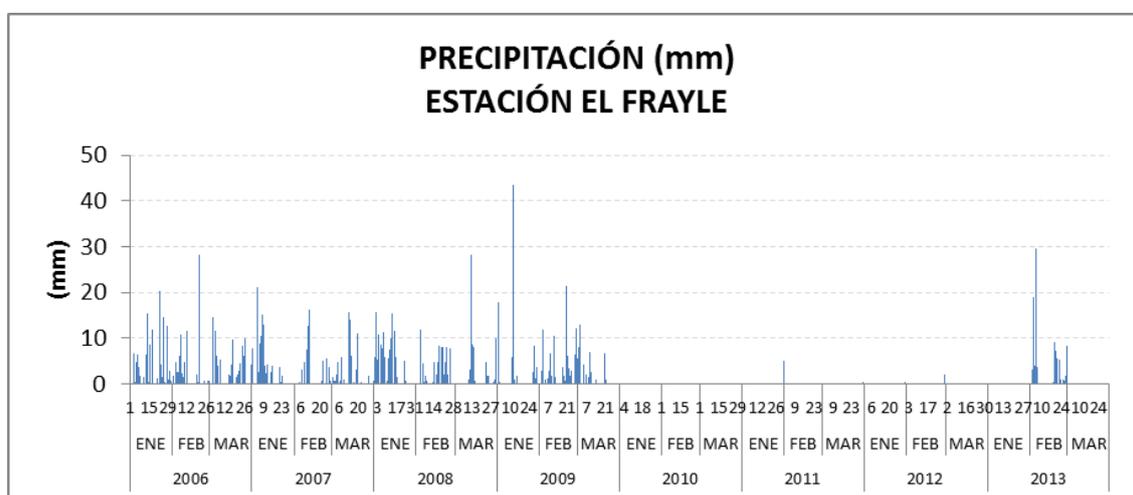


Gráfico 2: Precipitaciones. Estación: El Frayle. Período 2006-2013  
Fuente: Elaboración propia. Datos de SENAMHI.

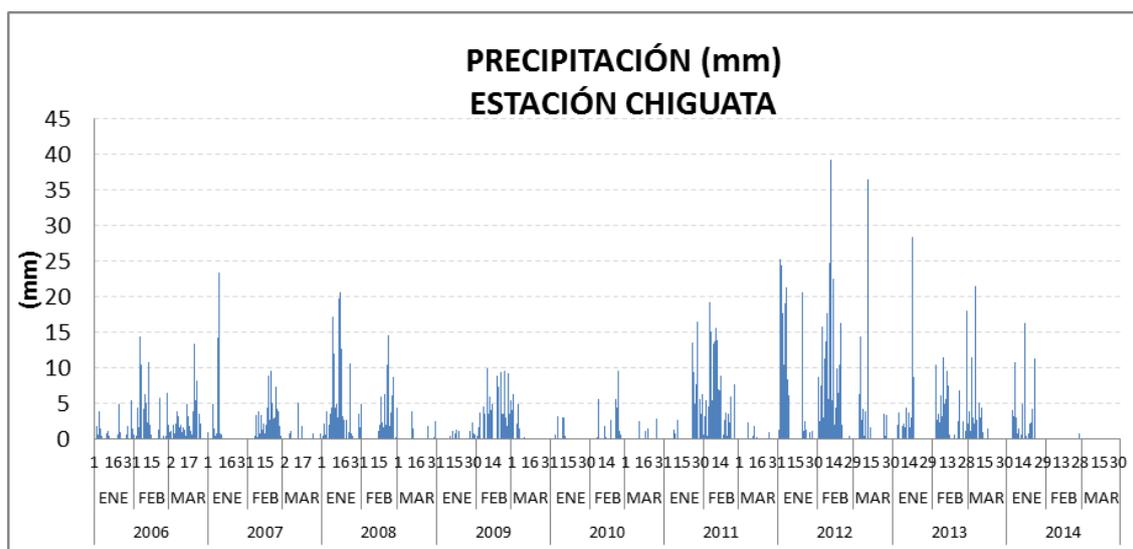


Gráfico 3: Precipitaciones. Estación: Chiguata. Período 2006-2013  
Fuente: Elaboración propia. Datos de SENAMHI

La figura 19 muestra la precipitación máxima en 24 horas sucedida en el año respectivo, desde el año 1984 hasta el año 2017, en cuatro estaciones de Arequipa (CORPAC, Pampa de Arrieros, Huanca, Chiguata). Debemos tomar en cuenta que las precipitaciones en Arequipa tienen corta duración y son esos momentos críticos que merecen nuestra atención y análisis porque es el momento en que se produce el desborde de las torrenteras y generan inundaciones dinámicas o rápidas de los terrenos circundantes en depresión.

AÑO	AÑO	CORPAC	PAMPA DE ARRIEROS	HUANCA	CHIGUATA	PROMEDIO
		Pmax. 24 hor.	Pmax. 24 hor.	Pmax. 24 hor.	Pmax. 24 hor.	Pmax. 24 hor.
1	1984	73.9	50.6	11.1	21.0	39.1
2	1985	15.0	20.3	11.8	20.3	16.8
3	1986	24.4	50.7	41.0	37.9	38.5
4	1987	24.9	42.0	24.0	30.4	30.3
5	1988	9.9	6.0	10.8	22.7	12.3
6	1989	24.9	37.7	20.0	32.0	28.6
7	1990	5.1	13.2	9.6	18.9	11.7
8	1991	20.7	19.6	5.3	13.5	14.8
9	1992	4.1	4.4	4.6	6.0	4.8
10	1993	11.9	29.4	10.5	21.8	18.4
11	1994	31.0	18.2	13.8	35.3	24.6
12	1995	82.0	14.0	28.8	48.8	43.4
13	1996	76.0	1.2	9.5	15.9	25.6
14	1997	77.0	14.8	11.9	44.0	36.9
15	1998	64.0	15.7	21.8	12.6	28.5
16	1999	59.9	18.5	13.2	25.0	29.2
17	2000	76.0	25.6	14.4	36.2	38.0
18	2001	22.1	20.8	17.4	20.9	20.3
19	2002	29.0	72.4	12.8	24.3	34.6
20	2003	59.9	7.2	8.2	9.2	21.1
21	2004	9.9	13.4	13.5	18.7	13.9
22	2005	5.1	8.8	4.2	13.0	7.8
23	2006	9.9	5.2	11.6	14.4	10.3
24	2007	9.9	8.6	13.8	23.4	13.9
25	2008	23.1	22.7	12.6	20.7	19.8
26	2009	25.9	19.2	6.8	9.9	15.5
27	2010	6.1	10.6	12.8	9.7	9.8
28	2011	23.9	15.8	13.2	19.2	18.0
29	2012	23.9	18.6	14.2	39.3	24.0
30	2013	45.0	18.4	19.0	27.5	27.5
31	2014	7.1	16.1	29.9	17.7	17.7
32	2015	23.9	31.7	24.3	26.6	26.6
33	2016	37.1	22.7	18.9	26.2	26.2
34	2017	43.9	21.2	17.1	27.4	27.4

Figura 19: Registro de Precipitaciones en Arequipa 1984-2017, (ANA, 2018).

#### 4.6. Parámetros de Evaluación del Fenómeno

##### 4.6.1. Información histórica de episodios.

A lo largo de su historia, la ciudad de Arequipa, ha soportado fuertes precipitaciones pluviales; en el período 1944 al 2016 tomando en cuenta información pluviométrica del SENAMHI – Arequipa, para el presente estudio se han identificado las precipitaciones con

intensidad mayor a 32 mm, las cuales han causado serias destrucciones materiales y han cobrado vidas humanas.

Tabla 17

*Información histórica de episodios pluviales, período 1944 al 2016, con intensidad mayor a 32 mm*

Fecha de Episodio Pluvial	mm	Estación SENAMHI
12 de Febrero de 1944	32.8	La Pampilla
7 de Febrero de 1948	38.61	La Pampilla
16 de Febrero de 1961	32.5	La Pampilla
9 de Febrero de 1972	39	Chiguata
06 de Marzo de 1972	39	Chiguata
4 de Marzo de 1975	46.7	La Pampilla
26 de Enero de 1976	42.9	Chiguata
27 de Enero de 1976	42.1	Chiguata
12 de Enero de 1977	32.4	El Frayle
12 de Marzo de 1977	34.6	Chiguata
15 de Marzo de 1983	32.5	El Frayle
28 de Diciembre de 1986	37.9	Chiguata
21 de Enero de 1987	39.4	Chiguata
4 de Febrero de 1989	32.2	Chiguata
8 de Febrero de 1989	37.7	Informe SENAMHI
8 de Junio de 1990	58.5	El Frayle
20 de Enero de 1994	39	El Frayle
14 de Marzo de 1995	35.1	Chiguata
15 de Marzo de 1995	48.8	Chiguata
25 de Febrero de 1997	44	Chiguata
10 de Marzo de 2000	36.2	Chiguata
12 de Enero de 2009	43.6	El Frayle
11 de Febrero de 2012	39.3	Chiguata
11 de Marzo de 2012	36.6	Chiguata
8 de Febrero de 2013	124.5	La Pampilla
26 de Febrero de 2016	32.2	Informe SENAMHI

Nota: Elaboración propia con datos de SENAMHI

En la tesis realizada por Cruz (2007) menciona dos sucesos de inundación de gravedad en la ciudad de Arequipa; uno de ellos registrado el 8 de febrero de 1989 el cual

generó el ingreso de todas las torrenteras, provocando la inundación del Barrio Obrero, resultó una persona muerta, el canal de la Tomilla fue rellenado ocasionando 20 días sin servicio de agua en toda la ciudad, la red de desagüe en su mayoría resultó averiada, se generaron brotes de epidemia, hubo canales de regadío destruidos; el segundo caso registrado que detalla el autor hace mención a la inundación del 25 de febrero de 1997 considerado hasta ese momento como el mayor desastre hidrológico de las últimas décadas del siglo XX en la ciudad de Arequipa, causando la muerte de 6 personas y 4,500 personas damnificadas y una pérdida económica estimada en US \$ 2'299,130 (dos millones doscientos noventa y nueve mil ciento treinta dólares), solo en el sector vivienda. Según SENAMHI, las causas de esa inundación, estuvieron relacionadas con la alteración climática en la región, que produjo el desplazamiento de una célula convectiva (masas de aire caliente que elevan, siendo reemplazadas por aire frío) que vino del frente boliviano y se desplazó en dirección del SO (de Characato), al NO (hacia Cerro Colorado), lo que originó una precipitación torrencial acompañada de descargas eléctricas de gran intensidad.

El Diario La República, respecto a la lluvia del 08 de febrero de 2013 informa que hubo cuatro muertos, más de 15 heridos, comercios y más de mil viviendas inundadas en diferentes distritos de la ciudad, vehículos enterrados y avenidas totalmente anegadas; se desbordaron las torrenteras; según el SENAMHI, no hay precedente histórico de este volumen de precipitación que cayó en Arequipa. El sector más afectado fue la avenida Venezuela, en el tramo comprendido entre Salaverry y Pasaje Martinetti; así como el Terminal Pesquero El Palomar, el agua derrumbó los techos de este centro de abastos.

Diario Primera Línea del 03 marzo de 2017 sacó en su primera plana el siguiente titular “Un herido y colapso de puente dejan lluvias en Arequipa. Una persona herida y el colapso del puente Concordia, que une tres distritos de la Ciudad Blanca, han dejado al momento, las intensas lluvias registradas ayer en Arequipa. El subgerente de la Oficina de

Gestión de Riesgo y Desastre de la Municipalidad Provincial de Arequipa, José Vásquez Allasi, sostuvo además, que se cerró el tránsito por el puente Concordia, que une los distritos de Cerro Colorado-Cayma-Yanahuara, debido a que las bases se debilitaron aún más por las lluvias.

Diario El Pueblo. 28 de Febrero de 2017. Puente La Concordia en peligro de colapsar por ingreso de torrentera. Se ha convertido en uno de los puentes más utilizados de la ciudad, debido a las obras que se ejecutan por la Variante de Uchumayo, pero lamentablemente sus cimientos están a punto de colapsar. Se trata del puente La Concordia, que une los distritos de Cayma, Cerro Colorado y Yanahuara. José Chávez Torres, quien habita hace muchos años al lado de la torrentera de El Chullo, dijo que el sábado, en horas de la tarde hubo un ingreso violento de aguas por dicha torrentera, que socavó los cimientos del muro de contención que está a escasos metros del puente y logró que éste se desplomara en algunos sectores. Al no contar con dichos muros, el agua ha comenzado a dañar el terreno e hizo que grandes árboles que están en el lugar y que dividen la torrentera con el colegio Lord Byron, se vinieran abajo y también ocasionaron que otra parte del muro se desplomara. El agua que siguió discurriendo durante el domingo y todo el día de ayer, también está malogrando las bases del muro de protección que protege el colegio y las zapatas del puente, además de haberse llevado parte del terreno donde se sustentaban las bases de una cancha sintética. “Estos muros en cualquier momento van a caer y van a obstaculizar el paso del agua, generando una gran represa que puede rebalsar y terminar dañando a todas las viviendas que están en la parte baja. El 8 de marzo de 1953 ocurrió algo parecido, ingresó muy fuerte el agua y se llevó las estructuras de lo que ahora es el puente Juan Pablo y terminó aquí en este lugar, formando una gran represa que luego arrasó toda la parte baja, llegando incluso hasta Umacollo”, narra el vecino José Chávez.

#### **4.6.2. Recurrencia.**

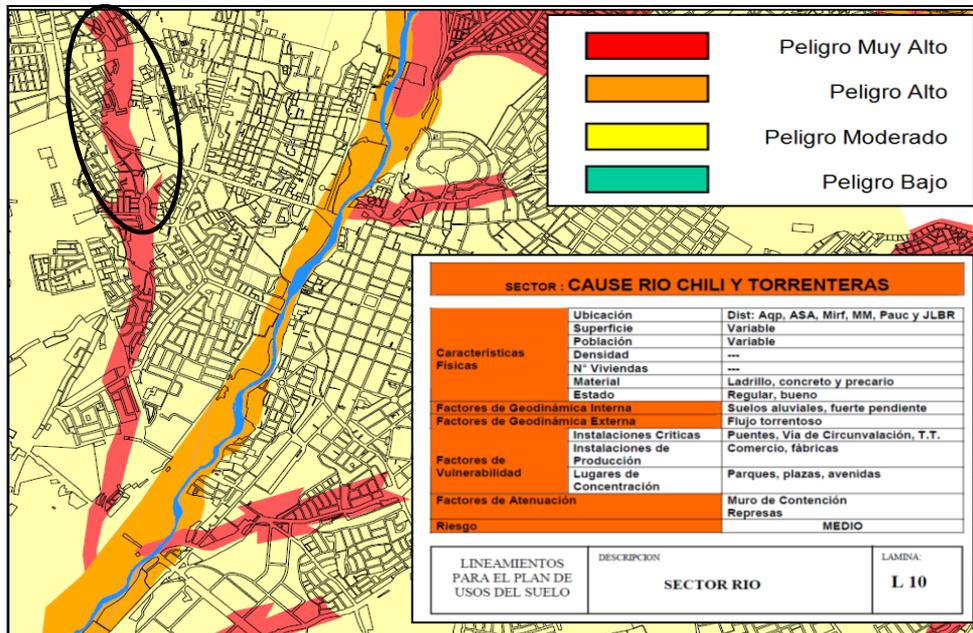
Para la determinación de la recurrencia de las precipitaciones en Arequipa, debemos observar las fechas en que suceden lluvias con la clasificación de muy fuertes y torrenciales, en el período 1944 al 2016 no se nota una recurrencia constante; nos fijaremos en los dos últimos episodios pluviales que adquirieron notoriedad por haber generado daños de consideración en el sector de estudio y en la ciudad de Arequipa: el 26 de febrero de 2016 se generó una precipitación que afectó de consideración el distrito de Cayma y precisamente el sector torrentera de Chullo Urb. Mirasol – puente Concordia, hubo derrumbe de muros de encauzamiento, derrumbe de una vivienda edificada cerca al cauce, afectación de la vía urbana paralela al cauce en la Urb. Los Ángeles de Cayma, Urb. AVIDGE, Urb. Boulevard Los Arces; el 08 de febrero de 2013 recordemos se registró una lluvia sin precedentes en la ciudad de Arequipa de 124.5 mm, en esa fecha sucedió el derrumbe total del encauzamiento en la Av. Venezuela y la inundación total del mercado El Palomar. Con lo que podemos concluir que la recurrencia última de los fenómenos pluviales torrenciales en Arequipa es de tres años.

#### **4.6.3. Estudios previos de peligrosidad y riesgo.**

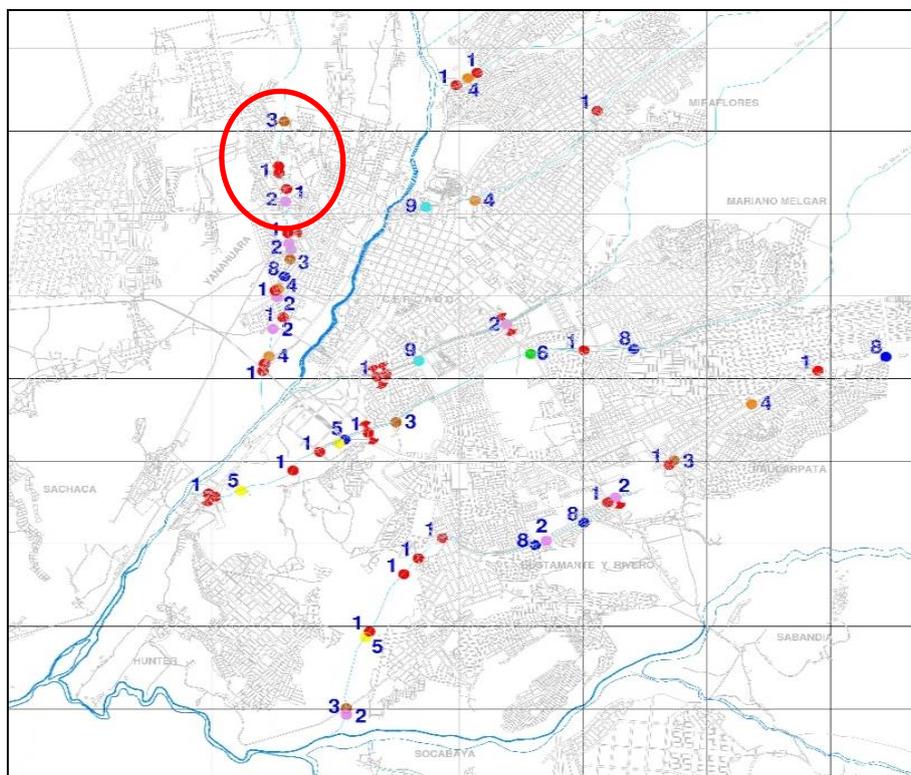
La Universidad Nacional de San Agustín en Convenio con el Instituto Nacional de Defensa Civil, en el año 2001, realizan el estudio Mapa de peligros y lineamientos para el plan de usos del suelo de la ciudad de Arequipa; en el cual identifican Sectores Críticos, entendidos como los sectores del área urbana en las que se observa la mayor concurrencia de peligros o amenazas. La delimitación de estos sectores se ha efectuado sobre el Mapa de Peligros. En el mapa 19 se aprecia que la torrentera de Chullo y sus inmediaciones está considerada como altamente peligroso.

La Universidad Nacional de San Agustín en Convenio con el Proyecto PNUD, en el año 2000, elaboraron el plano: Arequipa y posibles zonas de inundación; se puede apreciar que en el sector de estudio torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – puente Concordia), se

identifican cinco puntos posibles de inundación, coinciden con la ubicación de los puentes existentes en la actualidad sobre el cauce de esta torrentera.



Mapa 12: Riesgos - Identificación de Sectores Críticos.  
Fuente: Convenio INDECI - UNSA



Plano 18: Arequipa y posibles zonas de inundación.  
Fuente: Convenio UNSA y el Proyecto PNUD. 2000.

Fernández-Dávila y Benites (1999), afirman que el máximo valor de peligrosidad, de la torrentera de Chullo, en comparación con las otras torrenteras que cruzan la ciudad de Arequipa, se debe principalmente a los considerables desbordes que se presentan a nivel de los múltiples puentes de insuficiente luz ubicados en su cauce y a la mayor cantidad de puntos vulnerables. Además prioriza el grado de peligrosidad tomando en cuenta el período medio de retorno por años.

Tabla 18

*Prioridades del grado de peligrosidad de los tramos de torrenteras de la Ciudad de Arequipa*

Categoría o Prioridad	Período medio de retorno, $\phi$ (años)	Símbolo
1	< 1	●
2	1 a 3	●
3	4 a 6	●

Nota: Adaptado de Estudio de Inundaciones en la localidad de Arequipa ocasionadas por el ingreso de las torrenteras (Fernández-Dávila y Benites, 1999).

Tabla 19

*Prioridades del grado de peligrosidad de los tramos de torrenteras Chullo o Zamácola*

Punto	Ubicación	Categoría	Símbolo
3	A 100 m antes del Puente Juan Pablo II	1	●
5	Puente Concordia, Colegio Lord Byron	1	●
6	Sr.de la Caña, 100 m antes de Puente	1	●
4	Puente La Canoa	2	●
1	Puente Cayma—Cerro Colorado	3	●

Nota: Adaptado de Estudio de Inundaciones en la localidad de Arequipa ocasionadas por el ingreso de las torrenteras (Fernández-Dávila y Benites, 1999).

La Municipalidad distrital de Cayma en el año 2006 para fines de la elaboración del Plan Urbano distrital de Cayma, realizó estudios de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo de su jurisdicción. Incluye en el análisis el riesgo por inundación y deslizamientos, básicamente provocados por la activación de torrenteras que dependiendo del volumen de agua que drenen, generan el deslizamiento de suelos que forman los taludes de las torrenteras;

considera dentro de las zonas calificadas como “Peligro Muy Alto” los cauces y riberas de las torrenteras con una frecuencia anual por motivos climáticos.

Respecto a la vulnerabilidad en el sector de estudio (torrentera de Chullo Urb. Mirasol – puente Concordia) se aprecia en el análisis mayoritariamente con vulnerabilidad baja y media; se considera vulnerabilidad alta en puntos muy precisos como: el pueblo tradicional Señor de la Caña, la Canoa, Tradicional Los Arces, por la existencia de edificaciones antiguas en mal estado de conservación.

En el mapa de riesgo para el sector de estudio (torrentera de Chullo Urb. Mirasol – puente Concordia) considera como riesgo medio casi en su totalidad, califica como riesgo alto a algunas edificaciones como: el colegio Lord Byron, la edificación construida sobre el cauce de la torrentera Chullo en la Av. Ejército, edificaciones en mal estado de conservación en el P.T. Señor de la Caña, La Canoa, Tradicional Los Arces.

En fecha 22 de Octubre de 2018 la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en convenio con la Municipalidad de Cayma suscriben el acta de delimitación de la Faja Marginal de la torrentera de Chullo; estableciendo conclusiones y recomendaciones:

Delimitar la faja marginal de la quebrada Chullo en un tramo de 4.7 km a partir del Puente de la Calle Grande (Concordia) a la altura del Centro Educativo Lord Byron, en dirección aguas arriba, hasta el lugar de encuentro con las quebradas Azufra y Pasto Raíz a la altura del Puente de la Av. Rodríguez Ballón, con las siguientes condiciones:

- Los anchos de cauce de inundación varían entre los 8 y 12 metros según diferentes tramos de las progresivas.
- Por sus condiciones morfológicas de la quebrada (laderas empinadas, alta pendiente y material conglomerado), los anchos de extremo a extremo de la quebrada varían entre los 20 y hasta los 60 metros.

- El ancho de la faja marginal se debe establecer en 4,0 metros en cada margen, a partir de las condiciones naturales del cauce y límites de inundación; El curso fluvial debe mantenerse descolmatado y limpio permanentemente, que permita el tránsito de caudales de 40,0 m<sup>3</sup>/seg.

Se aprecia que en la delimitación de la faja marginal frente a las urbanizaciones Santa Elisa y Jorge Basadre, los 4,0 metros considerados, actualmente están utilizados por la vía pública paralela a la torrentera y de acceso a las urbanizaciones antes mencionadas, donde tenemos infraestructura pública como pistas, veredas, bermas; asimismo pasan por esta vía infraestructura pública de servicios básicos: redes de agua, desagüe, electricidad, telefonía.



*Mapa 13:* Delimitación de la faja marginal  
Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Urb.  
Santa Elisa y Jorge Basadre.  
Fuente: Convenio ANA - MDC

De igual manera en la delimitación de la faja marginal frente a las urbanizaciones AVIDGE, Boulevard Los Arces, Explanada, se aprecia que en este tramo los puntos delimitatorios de la faja marginal dejan prácticamente sin vía pública de acceso existente paralela a la torrentera, lo cual corrobora el hecho de que el cauce natural de la torrentera de Chullo en el sector de estudio fue rellenado y utilizado para uso urbano y que el derrumbe de

muros de encauzamiento en las avenidas últimas del año 2016 también demuestran que se estranguló el cauce; estando latente la amenaza por inundación en el sector de estudio más aun considerando que la topografía en este tramo desciende de oeste a este, es decir que las curvas de nivel se inclinan hacia el sector de Cayma.



*Mapa 14:* Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. AVIDGE, Boulevard Los Arces, Explanada. Fuente: Convenio ANA - MDC

El subsector Puente del Diablo hasta el Puente Concordia, se muestra como el más crítico, ya que el trazado de la delimitación de la faja marginal se sobrepone a edificaciones existentes en las inmediaciones de la Av. Ejército - Calle La Canoa y de equipamientos como el colegio Lord Byron.



*Mapa 15:* Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Sector La Canoa, Colegio Lord Byron.  
Fuente: Convenio ANA - MDC



*Mapa 16:* Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Urb. Mirasol de Cayma.  
Fuente: Convenio ANA - MDC  
Convenio ANA - MDC



*Mapa 17:* Delimitación de la faja marginal Torrentera de Chullo. Distrito de Cayma. Urb. Los Ángeles de Cayma, Monte Rosa, Los Frutales.  
Fuente: Convenio ANA - MDC

El estudio de la ANA utiliza el método de huellas máximas, para el caso del sector de estudio considera como huella el encauzamiento aprobado por esta entidad en años anteriores. El estudio indica que: la máxima peligrosidad de la quebrada, se debe principalmente a la elevada cantidad de zonas vulnerables, correspondiendo principalmente a puentes deficientemente diseñados, invasión de la torrentera y depósitos de basurales. Desde el año 1983 la autoridad del agua, en los procesos de habilitación urbana de los terrenos próximos a la torrentera de Chullo, a través de resoluciones administrativas autorizó una faja marginal de hasta 5m, recién este año en Octubre de 2018 el ANA realiza estos estudios hidrológicos integrales de la microcuenca y delimita la faja marginal de la torrentera de Chullo con un mínimo de 13 m, los 4 m adicionales de faja marginal incorporados en la margen del distrito de Cayma, lo constituye superficie de vía urbana con infraestructura pública y de servicios, en algunos puntos existen edificios y urbanizaciones consolidados; lo cual agrava la situación.

#### **4.6.4. Identificación de parámetros y descriptores para la caracterización del fenómeno de inundaciones.**

Tabla 20

*Parámetros: Nivel Topográfico respecto a encauzamiento*

Parámetro	Nivel topográfico respecto a encauzamiento	Peso ponderado: 0.633		
Descriptores	NTE1	La topografía del terreno está a un nivel por debajo del nivel del encauzamiento de la torrentera.	PNTE1	0.503
	NTE2	La topografía del terreno está al mismo nivel de encauzamiento de la torrentera.	PNTE2	0.260
	NTE3	La topografía del terreno está a un nivel de hasta 1m por encima del nivel de encauzamiento de la torrentera.	PNTE3	0.134
	NTE4	La topografía del terreno está a un nivel de hasta 2m por encima del nivel de encauzamiento de la torrentera.	PNTE4	0.068

Tabla 21

*Parámetros: Cercanía a la torrentera*

Parámetro	Cercanía a la torrentera	Peso ponderado: 0.260		
Descriptores	CT1	Cercanía al encauzamiento de la torrentera menor a 20m.	PCT1	0.503
	CT2	Cercanía al encauzamiento de la torrentera entre 20 y 50 m.	PCT2	0.260
	CT3	Cercanía al encauzamiento de la torrentera entre 50 a 150 m.	PCT3	0.134
	CT4	Cercanía al encauzamiento de la torrentera mayor a 150 m.	PCT4	0.068

Tabla 22

*Parámetros: Caudal máximo de soporte de encauzamiento*

Parámetro	Caudal máximo de soporte de encauzamiento	Peso ponderado: 0.106		
Descriptores	CM1	Caudal mayor a 60 m3/seg.	PCM1	0.503
	CM2	Caudal entre 40 y 60 m3/seg.	PCM2	0.260
	CM3	Caudal igual a 40 m3/seg.	PCM3	0.134
	CM4	Caudal menor a 40 m3/seg.	PCM4	0.068

Tabla 23

*Parámetros: Cercanía a cambio direccional*

Parámetro	Cercanía a cambio direccional	Peso ponderado: 0.260		
Descriptores	CD1	Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera menor a 10 m.	PCD1	0.503
	CD2	Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera entre 10 y 20 m.	PCD2	0.260
	CD3	Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera entre 20 y 30 m.	PCD3	0.134
	CD4	Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera mayor a 30 m.	PCD4	0.068

Tabla 24

*Parámetros: Cercanía a puente deficiente*

Parámetro	Cercanía a puente deficiente	Peso ponderado		
Descriptores	CP1	Cercanía a puente deficiente menor a 10 m.	PCP1	0.503
	CP2	Cercanía a puente deficiente entre 10 y 20 m.	PCP2	0.260
	CP3	Cercanía a puente deficiente entre 20 y 30 m.	PCP3	0.134
	CP4	Cercanía a puente deficiente mayor a 30 m.	PCP4	0.068

Tabla 25

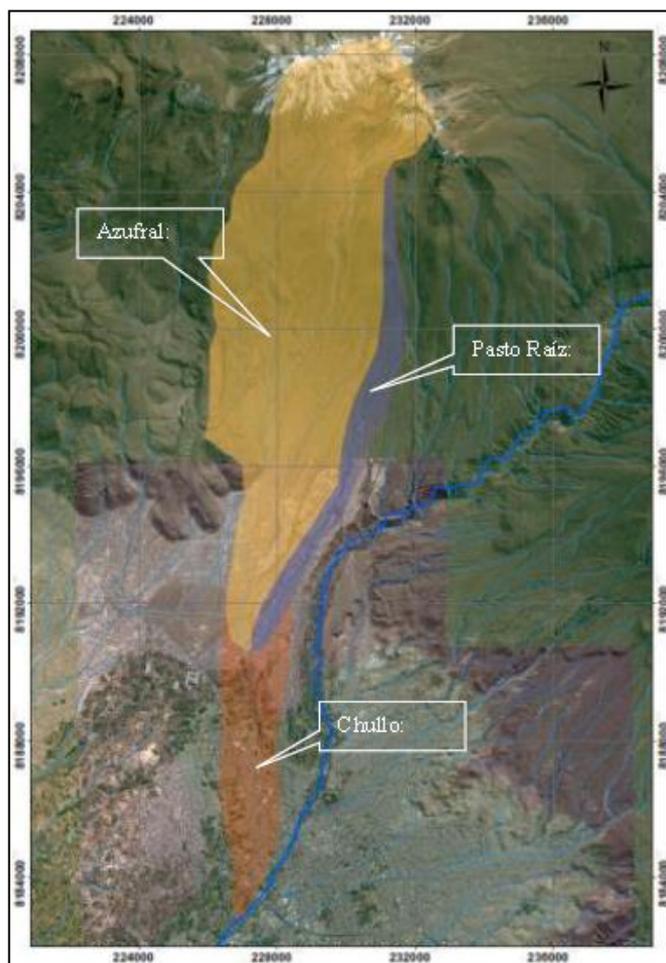
*Parámetros: Cercanía de infraestructura de servicios básicos a encauzamiento*

Parámetro	Cercanía de infraestructura de servicios básicos a encauzamiento	Peso ponderado		
Descriptores	CIS1	Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe, dentro del encauzamiento de la torrentera.	PCIS1	0.503
	CIS2	Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe, a menos de 10 m del encauzamiento de la torrentera.	PCIS2	0.260
	CIS3	Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe entre 10 a 20 m del encauzamiento de la torrentera.	PCIS3	0.134
	CIS4	Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe a más de 20 m del encauzamiento de la torrentera.	PCIS4	0.068

## 4.7. Susceptibilidad

### 4.7.1. Factores condicionantes.

*Características geomorfológicas área de la cuenca (A).* La cuenca de la torrentera de Chullo tiene un área de 84 km<sup>2</sup>; para fines del análisis de delimitación de la faja marginal de la torrentera de Chullo en la jurisdicción del distrito de Cayma; teniendo en cuenta que la torrentera antes mencionada está conformada por la afluencia de las quebradas Azufral y Pasto Raíz; el área de cuenca de la torrentera de Chullo considerada es la sumatoria de las áreas de las cuencas antes citadas y es de 70.2 km<sup>2</sup>; según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en su estudio Delimitación de la Faja Marginal Chullo. Arequipa. 2018.



Mapa 18 : Cuenca Chullo.

Fuente: Convenio ANA - MDC

*Perímetro de la cuenca (P).* El perímetro de la cuenca de Chullo es de 45.0 km, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en su estudio Delimitación de la Faja Marginal Chullo. Arequipa. 2018.

*Longitud del cauce principal (L).* Según el ANA, la longitud del cauce principal de la torrentera de Chullo es de 25.0 km desde sus nacientes hasta la confluencia con el Río Chili; el tramo de estudio (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia) tiene una longitud de 2.35 km.

*Ancho promedio de la cuenca (AP).* La quebrada de Chullo cuenta con laderas empinadas con anchos entre 20 y 60 metros en el sector norte de Cayma, en el sector de estudio (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia), el cauce ha sido reducido teniendo en la actualidad un promedio de 6 metros, siendo los puntos críticos los puentes edificados sobre el cauce, como es el caso del puente La Canoa con un ancho de 2.2m.

*Pendiente predominante del cauce y de la cuenca.* El tramo de torrentera de Chullo que corresponde al sector (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia), está delimitado por las coordenadas geográficas: punto más bajo 227492.517 y 8186093.244, altura 2 344 m.s.n.m. que coincide con la ubicación del puente Concordia actual límite jurisdiccional del distrito de Cayma con el distrito de Yanahuara; punto más alto 227418.55 y 8188193.96, altura 2 415 m.s.n.m., que corresponde al inicio de la Urb. Mirasol de Cayma. La torrentera de Chullo, desciende de norte a sur una altura total de 71m, con una pendiente promedio de 3.02%. La torrentera de Chullo así como sus afluentes en la parte norte, tiene una pendiente que va incrementándose conforme ascendemos hacia la cumbre del Chachani con un promedio de 16%.

*Altitud media.* 2 379 m.s.n.m.

*Red de drenaje.* Según el expediente de la habilitación urbana de la Urb. Jorge Basadre de la Municipalidad de Cayma (1988), incluye el expediente técnico para la

construcción de encauzamiento en la torrentera de Chullo correspondiente a la protección de la Urb. Jorge Basadre, donde se calcula el caudal  $Q = 41.96 \text{ m}^3/\text{seg}$  y la velocidad del caudal en  $4.78 \text{ m}/\text{seg}$ .; con este dato la torrentera de Chullo en el sector Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia, desaloja la cantidad que recibe en su punto más alto en 492 segundos equivalente a 8.2 minutos, hasta su punto más bajo.

***Características geotécnicas de los estratos.*** Del estudio de suelo para la habilitación urbana Boulevard Los Arces (2011). Estrato I.- Por su disposición superficial y naturaleza limosa y por la presencia de raicillas, este estrato será sobrepasado por la cimentación de la infraestructura. Estrato II.- Por su naturaleza y predominio granular, estado de compacidad suelta a media y regular gradación este estrato presenta condiciones medias con fines de cimentación, los asentamientos por consolidación están descartados y los asentamientos inmediatos no exceden a los permisibles y para ellos si la edificación excede los dos niveles se debe utilizar vigas de cimentación, de lo contrario soleras armadas.

***Recursos Hídricos subterráneos (hidrogeología).*** De INRENA. Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili (2003). En el valle del Chili Arequipa, el reservorio acuífero subterráneo está constituido por depósitos del cuaternario y del terciario; el primero de los nombrados representado principalmente por los aluviales, en forma secundaria por los piro clásticos recientes (capas de arena, lapelli y ceniza volcánica), flujos de barro (fragmentos y bloques angulosos de origen volcánico (tufos y lavas) en matriz areno-tufacea o arcilloso, cantos, gravas y guijarros en matriz areno-arcilloso y con inclusiones de bloques; mientras que el segundo por el volcánico Sencca constituido por tufos arenosos brechoides con fragmentos angulosos y subredondeados; y el Barroso por lavas y brechas en bancos de 5 a 10 cm de espesor. Las rocas ígneas de la Caldera, hacen que se comporten como un dique relativamente impermeable que controla y limita inferiormente el acuífero de Arequipa. Los estudios geológicos terciarios y cuaternarios demuestran que las

unidades tienen una disposición casi horizontal, generada por la geometría horizontal de la “superficie puna” que fue cubierta por los depósitos volcánicos del Sencca, de edad pliocénica. Debe indicarse que el Valle Chili, dentro del límite de acuífero se encuentra conformado por pequeños afloramientos rocosos, atravesado por el río Chili y un sinnúmero de quebradas que son filtraciones de los nevados Pichu Pichu y Chachani.

En ese sentido, el agua subterránea escurre en los depósitos piroclásticos o morréicos que cubren los derrames andesíticos. En otros sectores, el agua llega a infiltrarse en la misma andesita aprovechando zonas fracturadas o brechas andesíticas. El escurrimiento en este material heterogéneo, se hace en las zonas de menor compactación, la misma circulación de agua descompone la matriz areno tufáceo abriéndose un sistema de fisuras entre grandes bloques angulosos andesíticos. De este modo el escurrimiento viene a ser localmente de tipo fisural.

La napa freática contenida en el acuífero es libre y superficial, siendo su fuente de alimentación las aguas que se infiltran de la parte alta (cuenca húmeda), así como también a través del lecho del río, canales de riego, en revestidos y, de las áreas de cultivo que se encuentran bajo riego.

La profundidad del techo de la napa freática, en la zona Cerro Colorado–Cayma-Yanahuara, se ubica entre 2.83m y 27.06m de profundidad, en el distrito de Cayma, la napa se ubica a 22.76m de profundidad (Av. Ejército).

En la zona Yura-Cerro Colorado-Cayma-Yanahuara, la conductividad eléctrica de las aguas varía de 0.33 a 1.62 mmhos/cm, valores que representan aguas de buena calidad a permisible; las aguas para uso poblacional deben ser tratadas antes de consumidas, sobre todo las aguas que provienen de los pozos que abastecen a pequeñas poblaciones.

**Geología y geomorfología.** Del estudio de suelo para la habilitación urbana Boulevard Los Arces (2011). El área del proyecto presenta la unidad geológica Q-al depósitos aluviales,

éstos se encuentran en los cauces de los ríos, torrenteras, como material de acarreo, compuesto por gravas, arenas de gruesas a medias, limos, cantos rodados y a veces cenizas volcánicas. Los estratos encontrados son:

Estrato I. Conformado por arenas limosa conocida también como tierra de chacra, de color marrón, compacto y humedad media, incluye la presencia de raicillas esporádicas; este estrato alcanza una potencia de 0.60 m, 0.30m.

Estrato II. Material aluvial, conformado por intercalación de arenas medias y finas de color gris, compacidad media, humedad alta, presenta lentes limosos. Grava 3.65%, arena 83.99%, finos 12.36 %.

Resultados de laboratorio: Porosidad 33.33%. Peso específico 2.61.  $Q_u = 4.28$  kg/cm<sup>2</sup>. Ángulo de rozamiento 28.8°. La capacidad portante admisible es de : zapata  $Q_a = 1.49$  kg/cm<sup>2</sup> y cimiento corrido  $Q_a = 1.28$  kg/cm<sup>2</sup>. Profundidad de desplante  $D_f = 1.50$  m

### ***Escorrentía superficial.***

*Incremento de escorrentía superficial por retiro de masa vegetal en la zona de amortiguamiento de la (RNSAB).* En el Informe Técnico N° 0032-2018-MINAGRI-SERFOR-ATFFS-AREQUIPA-RSA-JPC, se indica que la Zona de Amortiguamiento en el distrito de Cayma, ha sido ocupada por posicionamientos por asociaciones de vivienda de infraestructura precaria sin habitabilidad, con una superficie estimada de 1,045 has. La expansión urbana detectada dentro de la Zona de Amortiguamiento está generando impactos negativos, como el movimiento de tierras, extracción de la flora silvestre presente en el lugar, destrucción de hábitat de fauna silvestre, alteración del paisaje, etc., todos estos hechos descritos son consecuencia de la habilitación de infraestructura vial, viviendas y otras conexas. En temporada de lluvia, estas extensas masas de vegetación que existía en la RNSAB retenían agua a través de sus propiedades de infiltración, interceptación y evapotranspiración, según Sánchez Toribio 1992 como promedio global el 57% de la

precipitación anual es devuelta a la atmósfera por evapotranspiración, en zonas áridas alcanzan valores del 90% y 100%; ahora sin la capacidad receptiva de agua que propiciaba la vegetación, es mayor la escorrentía superficial, hacia las torrenteras las que luego se juntan para formar la torrentera de Chullo, descendiendo hacia las partes bajas del distrito. El ANA para fines del cálculo del caudal máximo de la torrentera de Chullo a tomado en cuenta el factor de escorrentía del 45% y una precipitación máxima de 54 mm, con lo que establece un caudal máximo de 40.0 m<sup>3</sup>/seg. Sin embargo debemos considerar que en Arequipa se han registrado precipitaciones de hasta 124.5 mm en períodos muy cortos menores a 6 horas, lo cual generaría un caudal máximo que podría duplicar al calculado por el ANA.



*Figura 20: Terrapleneo de los terrenos RNSAB.*  
Fuente: Municipalidad de Cayma.

*Incremento de escorrentía superficial por edificaciones, pavimentación de vías, y drenajes hacia torrenteras en la zona urbana de Alto Cayma.* Los pueblos ubicados en la parte norte del distrito, y ubicados dentro del área de cuenca de la torrentera de Chullo, considerados como zona urbanas y formalizados principalmente por COFOPRI, hablamos de la zona comprendida desde el A.H. Buenos aires de Cayma en el sur hasta la Asoc. Once de Mayo al norte. La municipalidad distrital de Cayma las tres últimas décadas ha venido priorizando obras de mejoramiento vial en esta zona que incluyen pistas, bermas, veredas; sobre todo la última década con el incremento significativo del canon se pudo ejecutar

proyectos integrales de mejoramiento vial, como el del programa habitacional Deán Valdivia ENACE, el de la Asoc. Rafael Belaunde Diez Canseco, el de la Asociación 1° de Junio, entre otros; en la actualidad se estima que en el distrito de Cayma se tiene en completado el 80% de infraestructura vial en esta zona. En los mejoramientos viales ejecutados en la zona urbana alta de Cayma, predomina el uso del asfalto y el concreto simple, adoquinados, en pistas, veredas e incluso en las bermas; con presencia mínima de vegetación, lo cual genera que el suelo en la zona urbana alta de Cayma sea prácticamente impermeable. Las edificaciones en esta zona han mejorado sus sistemas de drenaje de agua pluvial hacia las calles, se aprecia en temporada de lluvias que las vías funcionan como acequias y ríos que llevan el agua siguiendo su topografía natural hacia los afluentes de la torrentera de Chullo y descienden hacia la parte baja del distrito. El ANA para fines del cálculo del caudal máximo de la torrentera de Chullo a tomado en cuenta el factor de escorrentía del 45% sin embargo creemos que en esta parte de la cuenca de la torrentera de Chullo se debería tomar en cuenta un porcentaje mayor, considerando los propios cuadros mostrados por el ANA para vecindarios, edificaciones densas el coeficiente de escorrentía oscila entre el 50% a 70%, lo cual puede generar un mayor caudal hacia la torrentera de Chullo superior al caudal máximo de 40.0 m<sup>3</sup>/seg calculado por el ANA.

Asimismo el ANA realiza el estudio de las torrenteras afluentes de la torrentera de Chullo con los siguientes resultados: Caudal punta de la Quebrada Azufral: 35.0 m<sup>3</sup>/seg. Caudal punta de la Quebrada tributaria de la Azufral: 6.63 m<sup>3</sup>/seg. Caudal punta de la Quebrada Pasto Raiz: 9.11 m<sup>3</sup>/seg. Caudal punta de la Quebrada tributaria de la Pasto Raiz: 2.00 m<sup>3</sup>/seg. La sumatoria de los caudales parciales calculados resulta un caudal total de 52.74 m<sup>3</sup>/seg superior al caudal de 40 m<sup>3</sup>/seg que finalmente consideró el ANA para la delimitación de la faja marginal, este último coincide con el caudal máximo que soporta el encauzamiento actual de la torrentera de Chullo en el sector de estudio.

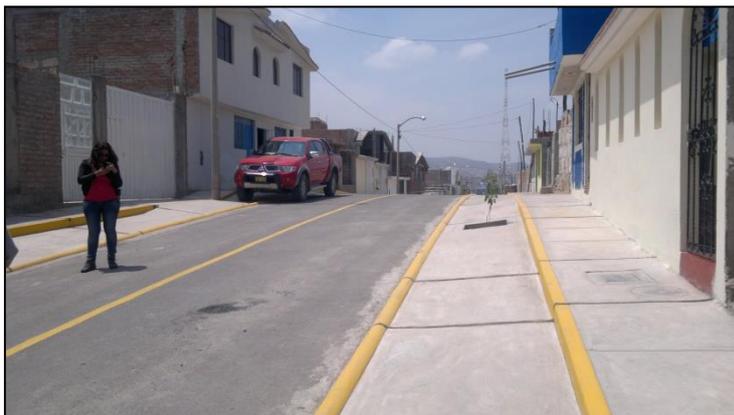


Figura 21: Mejoramiento Vial Asoc. Rafael Belaunde Diez Canseco.

Fuente: SGOOPP. Municipalidad de Cayma.

#### 4.7.2. Factores desencadenantes.

**Precipitación.** Para fines de la definición de la faja marginal de la torrentera de Chullo en el distrito de Cayma, el ANA (2018); utilizó información pluviométrica del SENAMHI – Arequipa, obtenida de las estaciones: Pampa de Arrieros (3720 m.s.n.m.) distrito de Yura; Huanca (3058 m.s.n.m.) distrito de Huanca; CORPAC (2539 m.s.n.m.) distrito de Cerro Colorado y Chiguata (2943 m.s.n.m) distrito de Chiguata. La data utilizada corresponde a la precipitación máxima en 24 horas, de 34 años de registros (1984-2017).

**Intensidad.** Para fines de la definición de la faja marginal de la torrentera de Chullo en el distrito de Cayma, el ANA (2018); utilizó el método probabilístico de distribución Gumbel, con una precipitación máxima de 54 mm en 24 horas, consistente en la aplicación de un promedio de las precipitaciones anuales máximas en las estaciones de registro, según la clasificación AEMET una precipitación de esta intensidad tiene la clase de “muy fuerte”. Sin embargo cabe indicar que en estaciones cercanas también de SENAMHI – Arequipa, se registraron precipitaciones de mucha mayor intensidad y fueron estas las que causaron inundaciones, daños y desastre en el sector de estudio y en la ciudad de Arequipa, como la precipitación suscitada el 08 de Febrero de 2013 que registró en la estación Pampilla una intensidad de 124.5 mm, según la clasificación AEMET una precipitación de esta intensidad tiene la clase de “torrencial”.

**Duración.** Para fines de la definición de la faja marginal de la torrentera de Chullo en el distrito de Cayma, el ANA (2018) considera la precipitación máxima en 24 horas. Cabe indicar que las precipitaciones torrenciales registradas en Arequipa fueron muy rápidas como es el caso de la precipitación suscitada el 08 de Febrero de 2013 la cual no excedió de 6 horas.

**Frecuencia.** Para fines de la definición de la faja marginal de la torrentera de Chullo en el distrito de Cayma, el ANA (2018) consideró un período de retorno de 100 años. Cabe indicar que del histórico de las precipitaciones en la estación CORPAC (la más cercana al sector de estudio), se registraron precipitaciones torrenciales según la clasificación AEMET mayores a 60 mm de intensidad: 73.9 mm en el año 1984, 82.0 mm en el año 1995, 76.0 mm en el año 1996, 77.0 mm en el año 1997, 64 mm en el año 1998 y 76.0 mm en el año 2000; como se aprecia tienen un período de retorno hasta de 01 año.

#### **4.8. Análisis de Elementos Expuestos en Zonas Susceptibles**

##### **4.8.1. Análisis de elementos expuestos por dimensión social.**

**Población.** En este sector de estudio se han identificado 19 poblados entre urbanizaciones y pueblos tradicionales ubicados cercanos a la torrentera de Chullo y susceptibles al fenómeno de inundación. En la actualidad en el sector de estudio existen 2 340 familias y 10, 920 pobladores expuestos al peligro por inundación.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) respecto al tamaño de hogar en zona urbana, indica que el 42.6% corresponde a 3 a 4 personas, mientras que el 32.5% la integran 5 a más. En el presente estudio utilizaremos el índice 5, tomando en cuenta que en el caso de Cayma y precisamente en el sector de estudio, los proyectos para licencia de edificación de vivienda contemplan viviendas de 03 dormitorios mayoritariamente.

Tabla 26

*Urbanizaciones cercanas a torrentera de Chullo. Distrito de Cayma*

Urbanización	N° de lotes	Multif.	Viv. Edif. Mult.	Viv. Unif.	Viv. Mult.	Total viv.	Hab/viv. *	Habitantes
Urb. Mirasol	102	24	4.5	78	108	186	5	930
Urb. Quinta Samay	95	6	4.5	89	27	116	5	580
Urb. Las Efigies	26	0	0	1	0	1	5	5
Urb. Santa Elisa	63	12	4.5	51	54	105	5	525
Urb. Jorge Basadre	56	14	4.5	42	63	105	5	525
Urb. Los Angeles de	198	68	4.5	130	306	436	5	2180
Urb. Monte Rosa	40	4	4.5	36	18	54	5	270
Urb. Los Frutales	24	6	4.5	18	27	45	5	225
Urb. El Remanzo	55	6	4.5	49	27	76	5	380
Urb. Boulevard	23	4	4.5	19	18	37	5	185
Urb. AVIDGE	89	18	4.5	71	81	152	5	760
Urb. Boulevard Los	51	8	4.5	43	36	79	5	395
Urb. Explanada	69	24	4.5	45	108	153	5	765
Quinta Chávez	5	0	4.5	5	0	5	5	25
Tradicional Los Arces	71	22	4.5	49	99	148	5	740
Urb. León XIII	275	30	5	245	150	395	5	1975
P.T. Señor de la Caña	70	6	4.5	64	27	91	5	455
Av. Ejercito	35	14	6	21	84	105	5	525
La Canoa	35	4	5	31	20	51	5	255
<b>TOTAL</b>	<b>1382</b>	<b>270</b>		<b>1087</b>	<b>1253</b>	<b>2340</b>		<b>11700</b>

NOTA: Elaboración propia. Con datos de habilitaciones urbanas. Municipalidad de Cayma. \*Índice INEI.

**Vivienda.** El diseño inicial de las urbanizaciones en el sector de estudio fue concebido para el uso de vivienda unifamiliar es decir 1,382 viviendas para una población de 6,920 habitantes, tal como consta en los proyectos de habilitación urbana aprobados. Sin embargo debido al proceso de densificación urbana, tendencia que se mantiene, en la actualidad en el

sector de estudio existen 2,340 viviendas de las cuales 1,087 han mantenido su uso unifamiliar mientras que existen 1253 viviendas en edificios multifamiliares.

***Instituciones educativas.*** Respecto a equipamiento educativo en el sector de estudio, se destacan los siguientes: en la Urb. Los Ángeles de Cayma funciona un centro educativo inicial, en la Calle Los Arces el colegio Rey de Reyes; y el colegio Lord Byron con mayor grado de exposición debido a que limita directamente con la torrentera de Chullo (coordenadas UTM WG 84 de 227531.13 y 8186112.78), alado del puente La Concordia; tiene una población estimada de 1,100 personas entre alumnos, profesores, trabajadores de servicio.

***Establecimientos de salud.*** En el sector de estudio y en uno de los puntos críticos amenazados por inundación, se encuentra la clínica San Juan de Dios ubicada en Av. Ejército 1020 (coordenadas UTM WG 84 de 227595.73 y 8186471.40) atiende las 24 horas del día, tiene 42 especialidades médicas, se estima que diariamente asiste una población de 1,000 personas entre pacientes, personal médico, administrativo y de servicios.

***Comercio.*** En el sector de estudio, los lotes cercanos a la Av. Ejército y pasaje la Canoa tienen el uso comercial predominante, son 70 lotes en los cuales existen edificaciones de uso de: oficinas, locales comerciales, agencias financieras, bancos, talleres automotrices, entre otros; asimismo se destaca el Centro Comercial Real Plaza en la Av. Ejército 1009 – Pasaje Canoa (coordenadas UTM WG 84 de 227608.97 y 8186239.57), cuenta con un área construida de 60,000 m<sup>2</sup>, su configuración incluye tiendas por departamentos, un supermercado, gimnasio, parque de diversiones, patio de comidas, plaza de restaurantes, cincuenta tiendas menores y 700 estacionamientos, la inversión bordeó los 30 millones de dólares; según el Diario el Comercio del 08/01/2015 este centro comercial tiene una afluencia de 660 000 personas al año con un promedio de 1809 personas al día.

#### 4.8.2. Análisis de Elementos Expuestos por Dimensión Económica.

##### *Puentes.*

***Puente Urb. Jorge Basadre.*** Ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, de uso peatonal, conecta la Urbanización Virgen del Rosario del distrito de Cerro Colorado, con la Urbanización Jorge Basadre en el distrito de Cayma, coordenadas UTM WG 84 227114.90 y 8187567.98 a 2410 msnm. Tiene una longitud de 3.92 m un ancho de 2.0 m, el nivel de piso del puente está 3.0 m encima del piso de la torrentera; la luz libre en el cauce es de 3.5 m; es de concreto armado.



*Mapa 19: Puente Urb. Jorge Basadre y Arquillo 1.*

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

El muro de encauzamiento del distrito de Cerro Colorado tiene más altura que el muro de encauzamiento de la Urbanización Jorge Basadre; es por la topografía. El puente podría convertirse en un obstáculo para el libre flujo del caudal, podría generar un atoro, considerando que el agua de la torrentera arrastra lodo, piedras, troncos, restos de materiales constructivos de la parte alta. Fue diseñado para llegar exactamente al nivel de la Urb. J. Basadre es decir a 3.0 m más alto que el nivel de fondo actual de la torrentera. El nivel de

fondo de la torrentera fue modificado, se profundizó un metro más, se puede apreciar que al hacerlo el muro de encauzamiento de la Urb. J. Basadre quedó descubierto, por lo que se aprecian calzaduras.



*Figura 22:* Puente Urb. J. Basadre.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Figura 23:* Puente Arquillo 1.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

***Puente Arquillo 2.*** Ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, usado para actividades agrícolas que aún se realizan en la zona, su construcción es anterior a las habilitaciones urbanas existentes en la actualidad, conecta el Pueblo Tradicional Cerro Viejo del distrito de Cerro Colorado, con la Calle existente entre las urbanizaciones Jorge Basadre y Los Ángeles de Cayma en el distrito de Cayma, coordenadas UTM WG 84 227150.16 y 8187496.60 a 2408 msnm. Tiene una longitud de 4.44 m un ancho de 2.45 m, el nivel de piso del puente está 2.20 m encima del piso de la torrentera; la luz libre en el cauce es de 3.20m. Este puente ha quedado obsoleto en cuanto a su uso, tiene valor histórico por haber sido edificado cuando en la zona prevalecía la actividad agrícola, tiene un arco tipo bóveda de sillar; en la actualidad genera un estrangulamiento del cauce de la torrentera, haciendo vulnerable a la población de las urbanizaciones Jorge Basadre y Los Ángeles de Cayma, ya que el nivel de las antes mencionadas urbanizaciones está a solo 2.2 m más alto que el nivel

de fondo de la torrentera; este puente obstruye el libre flujo del caudal de la torrentera, pudiendo generar un embalse y hacer que el agua alcance una altura superior a los 2.20m, propiciando una posible inundación de las antes mencionadas urbanizaciones, cabe indicar que en la zona los edificios multifamiliares tienen en su mayoría sótanos y semisótanos. Se aprecia que el muro de encauzamiento próximo a este puente en el lado de Cayma se encuentra en mal estado de construcción, tiene una base de concreto de 1.20 m cuya cimentación se encuentra descubierta erosionada por el agua; esta base de concreto luego es encimada con una pared de sillar que hace las veces de muro de contención con una altura de 1.50 m, luego se encima nuevamente con un parapeto de albañilería de ladrillo de 1.0 m. Los materiales de este muro pueden caer y generar un embalse junto con la estructura del puente y provocar inundación de las urbanizaciones aledañas.

***Puente Privado.*** Ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, este puente es para uso vehicular y peatonal de un inmueble privado del distrito de Cerro Colorado a través del cual logra salida a la ciudad por intermedio de la Urb. Los Ángeles de Cayma, su construcción data del año 2005, coordenadas UTM WG 84 de 227219.01 y 8187409.25 a 2405 msnm. Tiene una longitud de 6.12 m un ancho de 3.34 m, el nivel de piso del puente está 2.00 m encima del piso de la torrentera; es una losa de material noble con aligerado de ladrillo de 20 cm, no tiene vigas peraltadas a pesar que la luz supera los 6.0m, se encuentra apoyado en el lado de Cerro Colorado en una pared de sillar que hace las veces de muro de contención



*Figura 24:* Puente Privado. Urb. Los Ángeles de Cayma.

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Mapa 20:* Ubicación Puente Privado.

Fuente: Elaboración propia con Imagen satelital Google Earth 2018.

***Puente Calle Pancho Fierro.*** Ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, intersección con la calle Pancho Fierro es la principal vía de conexión peatonal y vehicular entre el distrito de Cayma y su similar de Cerro Colorado, por el sector del P.T. Cerro Viejo, notándose un flujo vehicular permanente que se satura en horas punta, coordenadas UTM WG 84 de 227307.53 y 8187217.42 a 2397 msnm. Tiene una luz de 3.80 m longitud medido en el cauce, tiene un ancho de 10.91 (ancho de la vía Pancho Fierro), el nivel de piso del puente está 3.50 m encima del piso de la torrentera.

El día 26 de Febrero de 2016 este puente colapsó en su estructura por la fuerza del caudal y el material de arrastre de la torrentera, asimismo una edificación cercana al puente (ubicada a 20 m antes del puente, bajando) fue tumbada por la fuerza erosiva del agua, se desplomó totalmente y su material conformante fue arrastrado y luego bloqueado por el puente, se formó un embalse, que afectó la infraestructura pública y privada aledaña, la vía de la Urb. Los Ángeles, la calle Pancho Fierro, colapsaron los muros de contención de la Urb. Los Ángeles de Cayma, las redes de desagüe, postes de energía eléctrica, el propio puente; la inutilización generada del puente significó su cierre durante 03 meses para su rehabilitación, agravando ese tiempo el problema de transporte en la zona.

Luego de lo sucedido el día 26 de Febrero de 2016, el puente colapsado fue reforzado, manteniendo su luz y sección, en la actualidad se mantienen edificaciones en el cauce: a 35 m del puente hay un edificio de 03 pisos de altura en el lado de Cerro Colorado.



*Figura 25:* Puente Pancho Fierro.

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Mapa 21:* Ubicación Puente Pancho Fierro.

Fuente: Elaboración propia con Imagen satelital Google Earth 2018.

***Puente Av. Ejército con torrentera de chullo.*** También denominado Puente del Diablo; ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, en el tramo que intersecta con la Av. Ejército; de uso peatonal y vehicular, vía de carácter metropolitano, interconexión principal entre los distritos de Cayma y Cerro Colorado, el transporte público circula por esta vía. Coordenadas UTM WG 84 de 227438.67 y 8186413.82 a 2373 msnm. Tiene una luz de 4.0 m longitud medido en el cauce, tiene un ancho de 58.96 m, en ambos extremos del puente y en su parte superior existen edificaciones, en la parte norte un edificio de 4 pisos (se nota la precariedad de esta edificación realizada con albañilería de ladrillo pandereta sin columnas) y en la parte sur un edificio de 02 pisos.

El nivel de piso del puente está a 3.00 m más alto que el nivel de piso de la torrentera; en la parte norte del puente hay dos bocas una de ellas tiene una luz estrecha de tan solo 1.00 m, el día de la inspección 23 de setiembre de 2018, esta boca se encontraba parcialmente obstruida por el material de arrastre de la torrentera. Con la otra boca del puente llega a tener una luz de 4.0 m. El techo del puente es de losa de concreto con aligerado de ladrillo hueco, en algunos puntos no se aprecia vigas peraltadas.

La edificación construida encima de la torrentera de Chullo en la parte sur del puente del Diablo, luego del puente ocupa parcialmente los aires de la torrentera a través de unos volados encima de los muros de encauzamiento.



*Figura 26:* Boca de Puente del Diablo, obstruida.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Figura 27:* Edificio construido en el cauce, sin columnas. Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Mapa 22: Ubicación Puente del Diablo.*

Fuente: Elaboración propia con Imagen satelital Google Earth 2018.

***Puente Calle La Canoa.*** Ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, en el tramo que intersecta con la Calle La Canoa; de uso peatonal y vehicular, conduce al ingreso lateral del Centro Comercial Real Plaza. Coordenadas UTM WG 84 de 227504.75 y 8186276.58 a 2367 msnm. Tiene una luz de 2.2 m de longitud medido en el cauce, una altura de 2.4. m medida desde el suelo de la torrentera hasta la viga del puente. Tiene un ancho de 7.39 m. Se aprecia que la viga peraltada que soporta el puente, tiene una grieta, el parapeto de albañilería de ladrillo sin confinamiento en sus extremos.



*Figura 28: Puente Pasaje La Canoa.*

Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Mapa 23:* Ubicación Puente Pasaje La Canoa.  
Fuente: Elaboración propia con Imagen satelital Google Earth 2018.

***Puente Concordia.*** Ubicado sobre el cauce de la torrentera de Chullo, intersección con la Calle Grande, límite del distrito de Cayma, con Yanahuara y Cerro Colorado, de uso vehicular y peatonal, coordenadas UTM WG 84 de 227492.62 y 8186094.84 a 2359 msnm. Tiene una luz de 3.20 m longitud medido en el cauce, una altura libre de 1.90m medida dentro del cauce y tiene un ancho de 10.91 (ancho de la vía Calle Grande). Luego del evento pluvial de 26/02/2016 en que su estructura base fue afectada, fue rehabilitado reforzando su base con concreto armado, manteniendo su sección de 6.08 m<sup>2</sup>.



*Figura 29:* Puente Concordia.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



Mapa 24: Ubicación Puente Concordia.  
Fuente: Elaboración propia con Imagen satelital Google Earth 2018.

Tabla 27

*Puentes construidos en el cauce de la torrentera de Chullo. Sector Urb. Mirasol de Cayma hasta puente La Concordia*

Nº	Denominación	Ubicación	Luz	Altura	Sección útil en m2
1	Arquillo 1	Urb. Jorge Basadre.	3.5	3.0	10.5
2	Arquillo 2	Límite entre la Urb. Jorge Basadre con la Urb. Los Ángeles de Cayma.	3.2	2.2	6.4
3	Privado	Urb. Los Ángeles de Cayma	6.0	2.0	12.0
4	Arquillo 3	Calle Pancho Fierro, P.T. Cerro Viejo.	3.8	3.2	12.16
5	Del Diablo	Av. Ejército.	4.0	3.0	12.0
6	La Canoa	Calle La Canoa.	2.2	2.4	5.28
7	Concordia	Calle Grande alado Colegio Lord Byron.	3.2	1.9	6.08

Nota. Elaboración propia, con datos de la inspección realizada el 23/09/2018

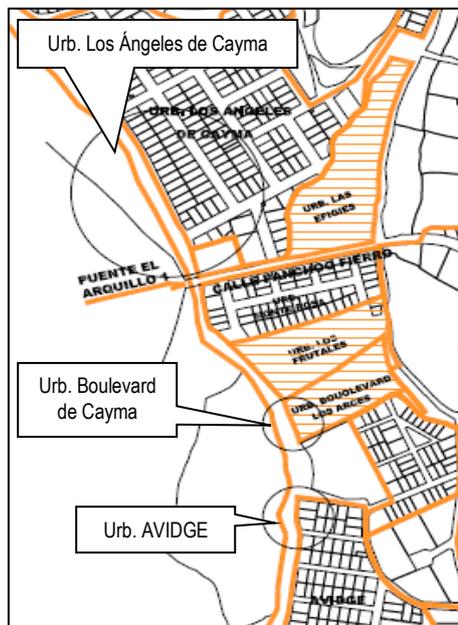
*Vías urbanas en el Cauce.* En varias de las urbanizaciones conformantes del sector de estudio, entre ellas: Mirasol de Cayma, Santa Elisa, Jorge Basadre, Los Ángeles de Cayma, Monte Rosa, Los Frutales, Boulevard de Cayma, AVIDGE, Boulevard Los Arces, Explanada, se ha construido pistas, veredas, bermas, en el cauce de la torrentera Chullo. En el suceso pluvial del día 26 de febrero de 2016, la torrentera de Chullo buscó recuperar su cauce natural; la avenida de la torrentera ese día generó que parte de la infraestructura vial construida en el cauce de la torrentera en el sector de estudio, sea dañada, hubo derrumbe de muros de contención, pistas, veredas, bermas, jardines y árboles.

Pasado este evento pluvial, la Municipalidad de Cayma, decidió la reposición de los muros de contención, pistas, veredas, bermas, jardines que fueron construidos en el cauce y que resultaron derrumbados por el ingreso de la torrentera; los tramos críticos más afectados se ubican en tres puntos: la Urb. Los Ángeles de Cayma, cerca al puente Pancho Fierro; La Urb. Boulevard de Cayma y la Urb. AVIDGE.

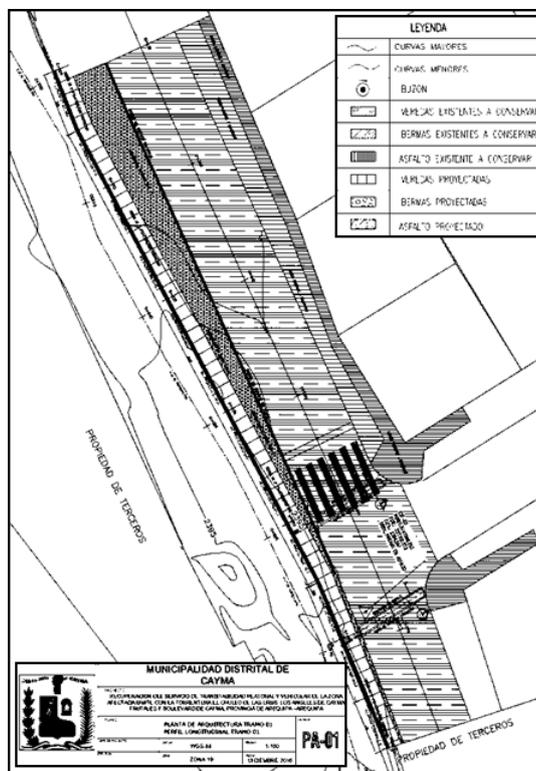
La obra realizada en el año 2017 consistió en la reposición de la infraestructura pública afectada consistente en la construcción de: Muro de contención con concreto armado en 140.70 m con un altura variable de 4.00 m a 6.00 m. Bermas con adoquín de concreto en un área de 157.20 m<sup>2</sup>. Veredas con concreto simple en un área de 127.85 m<sup>2</sup>. Pavimento con adoquín de concreto en una área de 697.54 m<sup>2</sup>. Pavimento de concreto simple con un espesor de 0.20 m en área de 74.51 m<sup>2</sup>. Canal de drenaje pluvial en una longitud de 14.00 m y de canal de regadío en una longitud de 35 m.

Uno de los puntos críticos fue la Urb. Los Ángeles de Cayma (coordenadas UTM WG 84 de 227254.74 y 8187343.91) el día 26 de febrero de 2016, la avenida de la torrentera, derrumbó muros de contención, pistas, veredas, bermas, jardines, árboles

La torrentera al arrastrar material aluvial como tierra, piedras; generó colmatación, se puede apreciar que el nivel de fondo de la torrentera llegó al nivel de la pista de la Urb. Los Ángeles de Cayma.



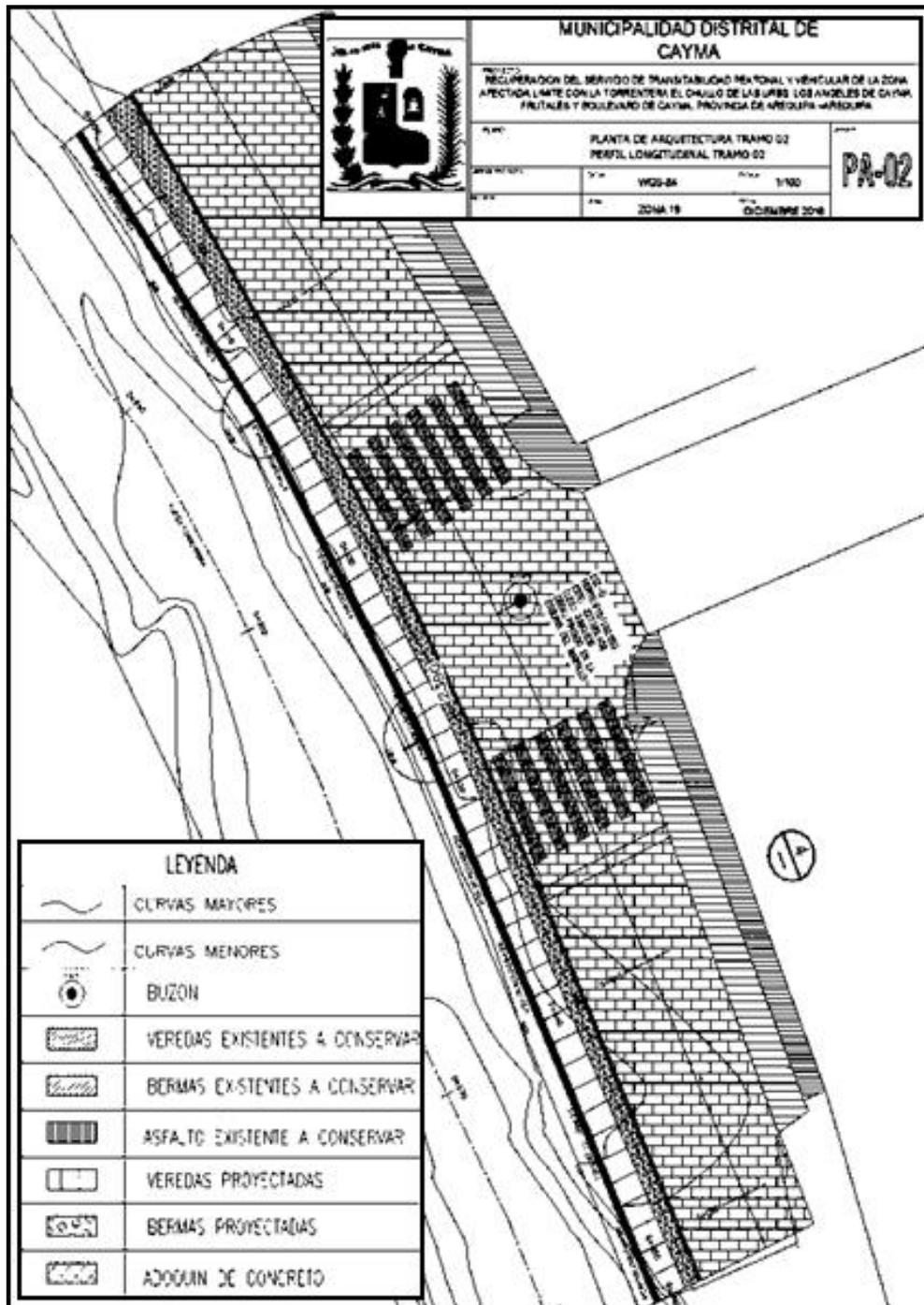
Plano 19: Infraestructura pública afectada por inundación en torrentera Chullo, Febrero 2016.  
Fuente: SGOOPP. Municipalidad Distrital de Cayma



Plano 20: Recuperación del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular de la Zona Afectada. Urb. Los Ángeles de Cayma.

Fuente: SGOOPP. Municipalidad Distrital de Cayma

En la memoria descriptiva justificatoria del expediente técnico para reposición de muros en la torrentera Zamácola o Chullo Arequipa, ejecutado por la Municipalidad de Cayma en Abril de 2017, se indica que como quiera que no se trata de una obra nueva, sino una reposición de los muros de contención que limitan la zona urbana con el área de la Torrentera del Chullo y que previamente han sido autorizados por autoridad competente y colapsados por efectos climáticos severos, el proyecto contempla volver a colocarlos en las condiciones más favorables para el entorno otorgándoles seguridad y estabilidad considerando futuros eventos desfavorables considerando que para tales acciones no se va a modificar el ancho actual del cauce y tampoco va a afectar el medio ambiente. Los Muros colapsados en la avenida pluvial del año 2016 tienen la aprobación del ente anterior a la Autoridad Nacional del Agua, quien al asumir competencias es responsable por los activos y pasivos de su antecesora. Se menciona las resoluciones de autorización del encauzamiento: la Resolución Administrativa N° 315-2001-CTAR/PE-DRAG-AA/ATDRCH para el caso de AVIDGE; la Resolución Administrativa Nro. 043-97-MAG-DRAA-AAA/ATDRCH para el caso de la Urb. Los Ángeles de Cayma; y la Resolución Administrativa Nro. 047-2009-ANA/ALA-CH para el caso de la Urb. Boulevard de Cayma.



Plano 21: Recuperación del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular de la Zona Afectada. Urb. Boulevard de Cayma.  
Fuente: SGOOPP. Municipalidad Distrital de Cayma

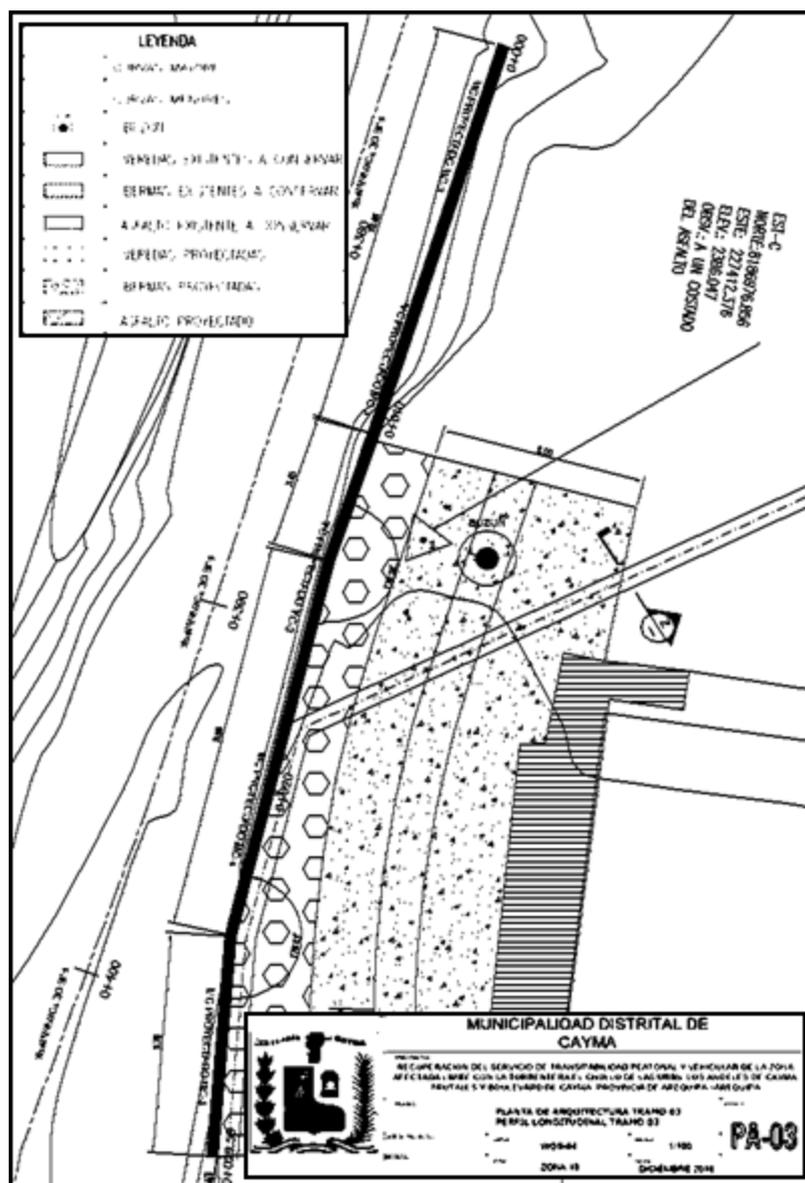
El segundo de los puntos críticos dañado fue en la Urb. Boulevard de Cayma (coordenadas UTM WG 84 de 227375.95 y 8187097.01) la avenida de la torrentera, derrumbó muros de contención de concreto ciclópeo, pistas con adoquinado, veredas de concreto, bermas con jardines.



*Figura 30:* Infraestructura pública afectada. Urb. Boulevard de Cayma.  
Fuente: SGOOPP. Municipalidad Distrital de Cayma.

El tercero de los puntos críticos dañado fue en la Urb. AVIDGE (coordenadas UTM WG 84 de 227412.376 y 8186976.856) la avenida de la torrentera, derrumbó muros de contención de concreto ciclópeo, pista asfaltada, veredas de concreto, bermas con jardines, caseta de guardianía. En fecha Abril de 2017, la municipalidad de Cayma decidió la rehabilitación de la infraestructura pública dañada, dejando la situación de la infraestructura en las mismas condiciones que antes de sucedido el evento pluvial.

El evento pluvial del 26/02/2016, afectó también la red de desagüe matriz que pasa por la vía pública de la Urb. AVIDGE, se nota que esta vía pública está sobre material de relleno, este factor incrementa la exposición al riesgo en este punto.



*Plano 22: Recuperación del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular de la Zona Afectada. Urb. AVIDGE.  
Fuente: SGOOPP. Municipalidad Distrital de Cayma*

Las urbanizaciones habilitadas y colindantes con la torrentera de Chullo en el sector de estudio, tienen una vía paralela al cauce la cual tiene una longitud de 1864 m; por esta vía pasan las redes matrices de agua, desagüe, electricidad, telefonía, expuestas a ser afectadas por inundación.



*Figura 31:* Infraestructura pública afectada y reconstrucción, en Urb. AVIDGE.  
Fuente: SGOOPP. Municipalidad distrital de Cayma.

En la Av. Ejército, la vía pública está sobre el cauce de la torrentera, ubicación conocida como el Puente del Diablo o Juan Pablo II, las edificaciones construidas sobre el cauce no permiten la visualización de la torrentera al pasar por esta vía. El carácter metropolitano de la Av. Ejército incrementa la peligrosidad ya que tiene un flujo vehicular y peatonal intenso. El peligro se exagera en este punto debido a que la topografía desciende de oeste a este; en el caso que un caudal abundante colmate el encauzamiento - túnel existente por debajo de la Av. Ejército, podría ocasionar un gran dique, con el posterior desborde de la torrentera y posible inundación del Sector La Canoa, Urb. León XIII, el Centro Comercial Real Plaza, e inmuebles aledaños.



*Figura 32:* Av. Ejército. Infraestructura pública y edificaciones sobre el cauce de torrentera.  
Fuente: SGOOPP. Municipalidad Distrital de Cayma

### *Edificaciones en el cauce.*

El día 26 de febrero de 2016 la ciudad de Arequipa soportó precipitaciones pluviales que provocaron el ingreso de la torrentera de Chullo, la fuerza del caudal de agua hizo caer una edificación en su totalidad que se ubicaba en el margen derecho bajando de la torrentera de Chullo a 30 metros del puente Pancho Fierro, coordenadas UTM WG 84 de 227297.45 y 8187247.51 a 2398 msnm.

La edificación derrumbada por la torrentera fue de material noble: concreto armado con paredes de albañilería de ladrillo.

En el mismo punto en el lado izquierdo de la torrentera bajando, una edificación fue dañada, con el colapso del cerco perimétrico y paredes de sillar. Los escombros caídos al lecho de la torrentera generaron un dique que provocando un embalse parcial.



*Figura 33:* Vivienda construida en el cauce de la de la torrentera Chullo, margen izquierdo (bajando) a 15m del puente Pancho Fierro. Fuente: SGOOPP. Municipalidad de Cayma.



*Figura 34:* Vivienda colapsada en el margen derecho (bajando) de la torrentera Chullo, a 15m del puente Pancho Fierro. Fuente: Diario la República. 26 /02/2016

A la altura de la Urb. Boulevard Los Arces, existe un posesionamiento con fines de vivienda, entre el muro de contención existente y las urbanizaciones consolidadas, (coordenadas UTM WG 84 de 227339.77 y 8186574.46); el día 26 de Febrero de 2016, la avenida de la torrentera arrasó con estas edificaciones precarias asentadas en el cauce, los ocupantes pudieron salvar sus vidas al evacuar antes la zona. El agua arrasó con todas sus pertenencias, quedando damnificados.

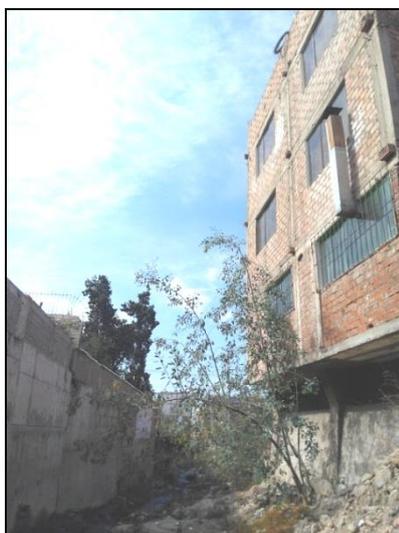
En la margen derecha (bajando) de la torrentera de Chullo a 30m antes del Puente Pancho Fierro (coordenadas UTM WG 84 de 227278.12 y 8187290.35) se mantiene una edificación de 3 pisos construida dentro del cauce de la torrentera de Chullo, fue afectada en el aluvión del día 26 de Febrero de 2016, su vecina fue derrumbada por el flujo de detritos en el evento antes mencionado, sin embargo ésta ha sido rehabilitada y puesta en uso nuevamente.



*Figura 35:* Posesionamiento de vivienda en el cauce de la torrentera Chullo.

Fuente: SGOOPP. Municipalidad de Cayma.

A lado del puente denominado del Diablo, al norte (coordenadas UTM WG 84 de 227430.58 y 8186433.54) se ha construido una edificación de 4 pisos encima del cauce de la torrentera (se nota la precariedad de esta edificación realizada con albañilería de ladrillo pandereta sin columnas), de uso comercial y vivienda, por la Av. Ejército se ven 3 pisos estucados y pintados.



*Figura 36:* Edificación existente en el cauce de la torrentera Chullo, margen derecha (bajando) a 30m antes del Puente Pancho Fierro.

Fuente: SGOOPP. Municipalidad de Cayma.

En la parte sur del puente del Diablo (coordenadas UTM WG 84 de 227448.44 y 8186396.83) existe una edificación construida sobre el cauce de la torrentera de Chullo; de uso comercial (funcionó una cevichera y actualmente una tienda de venta de motocicletas) tiene 02 pisos, por la Av. Ejército se ve solamente 01 piso.



*Figura 37:* Edificación sobre el cauce de la torrentera Chullo, Av. Ejército, Puente del Diablo.  
Fuente: Google Maps. Imágenes 2014.

### ***Cambio de dirección de la torrentera chullo.***

A lo largo de la torrentera de Chullo sector Urb. Mirasol de Cayma – puente La Concordia, se producen cambios de dirección abruptos. Al inicio de la Urb. Mirasol de Cayma, (coordenadas UTM WG 84 de 227417.91 y 8188206.85) la torrentera de Chullo que desciende en dirección sur este, de pronto hace un cambio de dirección hacia el sur oeste, formando un ángulo aproximado de  $120^\circ$ , en ese punto el encauzamiento se encuentra desprotegido ya que existe un camino rural que separa la zona urbana de la zona agrícola. Un caudal abundante podría erosionar el área de relleno sobre el que se asienta la vía urbana próxima y derrumbar el muro de encauzamiento existente.



*Figura 38:* Cambio de dirección de torrentera.  
Inicio Urb. Mirasol.  
Fuente: Inspección 23/09/2018



*Mapa 25:* Urb. Mirasol de Cayma.  
Fuente: Google Earth 2018

En la parte norte de la Urb. AVIDGE (coordenadas UTM WG 84 de 227417.91 y 8188206.85) existen terrenos agrícolas que no cuentan con muros de contención de encauzamiento, asimismo en ese punto la torrentera de Chullo cambia de dirección, por la fuerza de inercia y de surgir un caudal extraordinario que no logren contener los muros de contención actuales, podría generarse la inundación de la Urb. AVIDGE, más aun tomando en cuenta que la topografía en este punto desciende ligeramente de oeste a este.



*Figura 39:* Cambio de dirección de torrentera.  
Inicio Urb. AVIDGE.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018



*Mapa 26:* Urb. AVIDGE.  
Fuente: Google Earth 2018

La torrentera de Chullo antes del inicio de la Urb. Boulevard Los Arces (coordenadas UTM WG 84 de 227385.91 y 8186698.15), tiene un cambio de dirección, por la fuerza de la inercia del caudal y la falta de encauzamiento en este tramo, expone a la Urb. Boulevard Los Arces de riesgo por inundación.



*Figura 40:* Cambio de dirección de la torrentera de Chullo antes de Urb. Boulevard Los Arces.  
Fuente: SGOPP. MDC.



*Mapa 27:* Urb. Boulevard Los Arces.  
Fuente: Google Earth 2018

Se aprecia que el área agrícola sin encauzamiento, en la parte norte de la Urb. Boulevard Los Arces, fue inundada, en el fenómeno pluvial del 26/02/2016, a metros la Urb. Boulevard Los Arces. En la parte norte del colegio Lord Byron, (coordenadas UTM WG 84 de 227519.77 y 8186221.74) la torrentera de Chullo que desciende hacia el sur, de pronto hace un cambio de dirección hacia el sur oeste, formando un ángulo aproximado de  $100^\circ$ . Por inercia un caudal abundante podría afectar a esta institución educativa.



*Mapa 28:* Colegio Lord Byron.  
Fuente: Google Earth 2018



*Figura 41:* Colegio Lord Byron.  
Fuente: Inspección realizada el 23/09/2018

#### 4.9. Definición de Escenarios

En el Perú el cambio climático viene afectando la frecuencia e intensidad de las precipitaciones; producto de esta distorsión del clima, se prevé que en nuestra ciudad las precipitaciones en el futuro se manifestarán intensas y en períodos cortos, como lo sucedido el 08 de Febrero de 2013 día en que el SENAMHI en la estación La Pampilla registró una lluvia extraordinaria de 124.5 mm con una duración aproximada de 04 horas.

La microcuenca o torrentera del Chullo forma parte de la Cuenca Hidrológica Chili – Quilca, esta microcuenca se encuentra conformada por la unificación de tres ramales tributarios: El Azufral, Pasto Raiz, Gamarra; estas quebradas y sus afluentes captan la escorrentía superficial, desde el origen de estas, en la cumbre del nevado Chachani, confluyen en el punto de inicio de la torrentera Chullo a la altura del estadio del A.H. Buenos Aires de Cayma y el caudal unificado desciende hacia la zona urbana residencial baja del distrito de Cayma donde se ubica el sector de estudio tramo comprendido entre la Urb. Mirasol de Cayma y el puente La Concordia.

La ANA realizó el cálculo del caudal máximo en estas quebradas tributarias, para fines de determinación de la faja marginal de las mismas; con los siguientes resultados: quebrada Azufral 35.0 m<sup>3</sup>/seg, quebrada tributaria de la Azufral 6.63 m<sup>3</sup>/seg, quebrada Pasto Raiz 9.11 m<sup>3</sup>/seg, quebrada tributaria de la Pasto Raiz 2.00 m<sup>3</sup>/seg; la sumatoria de los caudales tributarios calculados resulta un caudal total de 52.74 m<sup>3</sup>/seg.; para fines del cálculo mencionado el ANA tomó en cuenta una precipitación máxima de 54 mm y un factor de escorrentía del 45%, al realizar el cálculo específico de la torrentera de Chullo obtuvo un caudal máximo de 40.0 m<sup>3</sup>/seg. Sin embargo debemos considerar que en Arequipa se han registrado precipitaciones de hasta 124.5 mm de intensidad superiores al índice de precipitación utilizado por el ANA; asimismo se prevé el factor de escorrentía superficial se incrementará en el futuro debido a: la deforestación en la RNSAB (que genera la disminución

de la absorción e infiltración de agua hacia el suelo y acuífero subterráneo); y la impermeabilización del suelo en la parte norte urbana del distrito de Cayma, debido a los pavimentos integrales que se vienen realizando y construcción de edificaciones. Por tanto es previsible que el caudal de la torrentera de Chullo en el futuro puede superar el caudal máximo de 40.0 m<sup>3</sup>/seg a 52.74 m<sup>3</sup>/seg calculado por el ANA para la delimitación de la faja marginal.

El encauzamiento de la torrentera de Chullo en el sector de estudio, en sus puntos críticos, donde el encauzamiento se estrecha en 5m, puede soportar un caudal máximo de 41.96 m<sup>3</sup>/seg, dato indicado en las especificaciones técnicas e hidráulicas del diseño - proyecto de encauzamiento antes mencionado. De suscitarse el escenario probable de un caudal superior a los 41.96 m<sup>3</sup>/seg, dicho caudal superaría el encauzamiento actual existente en el sector de estudio de la torrentera de Chullo, lo cual generaría la inundación de las áreas aledañas al cauce y aquellas que tienen niveles topográficos inferiores al nivel superior del encauzamiento de la torrentera, merece especial notoriedad la configuración topográfica desde la Urb. Boulevard Los Arces aguas abajo, ya que la topografía hace una concavidad – depresión hacia el sur este, hablamos de la urbanización antes mencionada, así como las urbanizaciones La Explanada, La Canoa, zona comercial en la Av. Ejército, Urb. León XIII, Pueblo tradicional Señor de la Caña.

De la misma manera los puentes construidos en el cauce de la torrentera en el sector estudio, tienen secciones menores a los 5 m, por ende serán superados por un cauce superior a 41.96 m<sup>3</sup>/seg.; se convertirán en obstructores del libre paso del caudal originando diques que favorecerán el desborde la torrentera.

También se puede prever que debido a la deforestación de la RNSAB, el caudal de la torrentera de Chullo arrastrará material suelto como tufos y cenizas volcánicas, piedras, cantos rodados, como lodos, haciendo más peligroso el caudal al descender hacia los centros

poblados del sector de estudio; pudiendo generar este material la colmatación del cauce y posterior desborde.

#### **4.10. Estratificación del Nivel de Peligrosidad de Acuerdo a Umbrales.**

##### **4.10.1. Nivel de peligrosidad social.**

En el sector de estudio se han identificado 19 poblados entre urbanizaciones y pueblos tradicionales ubicados cercanos a la torrentera de Chullo susceptibles al fenómeno de inundación en el distrito de Cayma, y son los siguientes: Urb. Mirasol de Cayma, Urb. Santa Elisa, Urb. Jorge Basadre, Urb. Los Ángeles de Cayma, Urb. Las Efigies, Urb. Monte Rosa, Urb. Los Frutales, Urb. Boulevard Cayma, Urb. AVIDGE, Urb. El Remanzo, Urb. Boulevard Los Arces, Urb. Explanada, Urb. León XIII, P.T. Señor de la Caña, Tradicional Los Arces; en los cuales existe una población estimada de 11,700 habitantes, los cuales habitan en 1,087 viviendas de uso unifamiliar y en 1,253 viviendas en edificios multifamiliares; asimismo resultarían afectados por inundación: los lotes cercanos a la Av. Ejército y pasaje la Canoa, en estos últimos predomina el uso comercial hablamos de 70 lotes en los cuales existen edificaciones de uso de oficinas, locales comerciales, agencias financieras, bancos, talleres automotrices, entre otros; asimismo están expuestos por inundación el Mall Real Plaza de uso comercial que tiene una afluencia promedio de 1809 personas al día, el colegio Lord Byron con una población educativa de 1,100 personas entre alumnos, profesores, personal de servicio; y la clínica San Juan de Dios con una afluencia promedio de 1,000 personas entre pacientes, personal médico, administrativo y de servicios.

##### **4.10.2. Nivel de peligrosidad económico.**

En el sector de estudio existen 7 puentes construidos en el cauce de la torrentera de Chullo expuestos al riesgo por inundación, existen 7 456 m<sup>2</sup> de vías urbanas con pistas, veredas, bermas, dentro de la faja marginal establecida por el ANA, encontramos 1864 m de redes de agua y desagüe, 1864 m de redes de electricidad y telefonía, que pasan dentro de la

faja marginal y por dentro del cauce; toda esta infraestructura pública se encuentra expuesta a inundación.

#### 4.11. Niveles de Peligrosidad

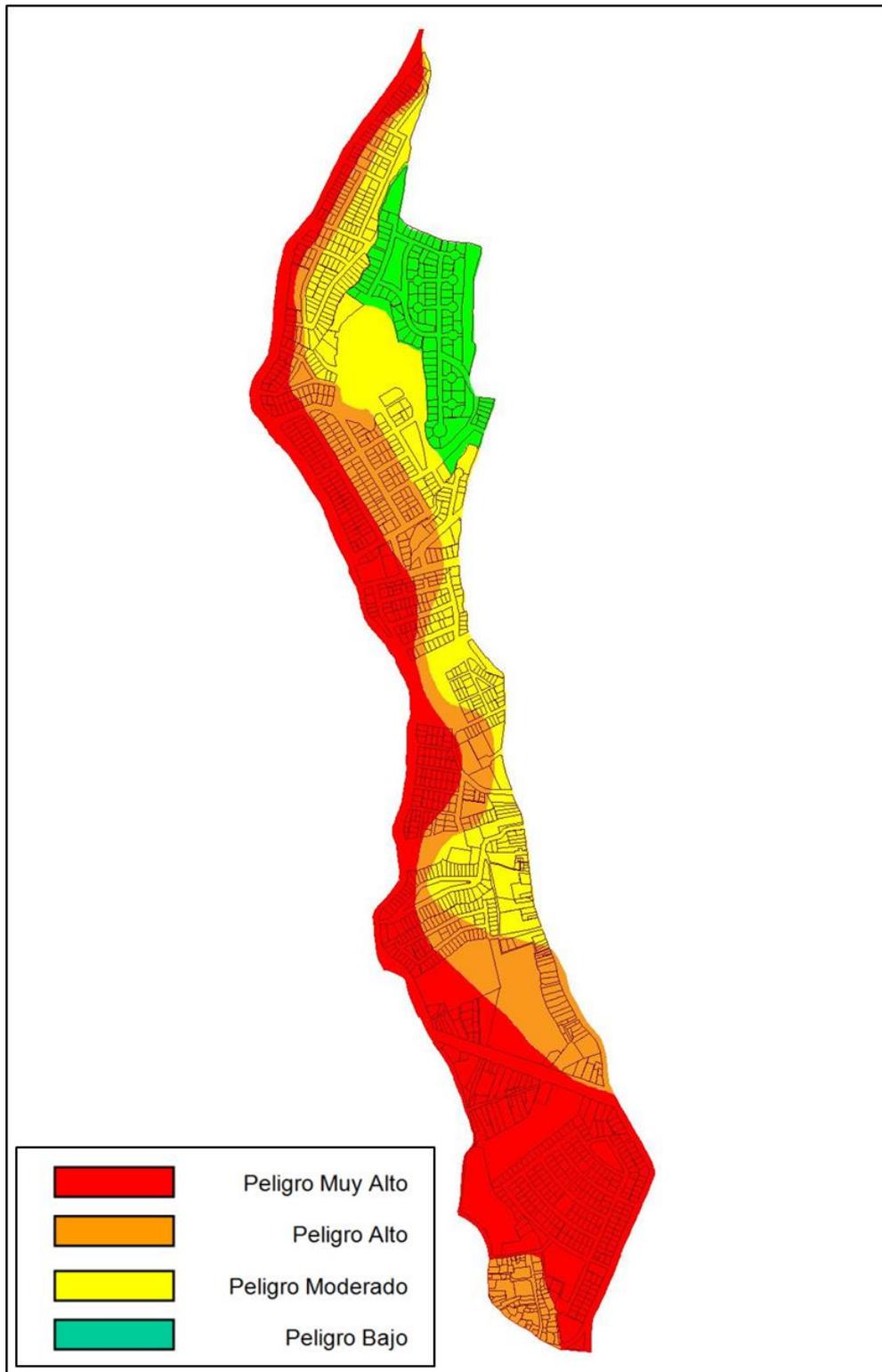
Tabla 28

Matriz de Peligro

Nivel	Descripción	Rango
Peligro muy alto	La topografía del terreno está a un nivel por debajo del nivel del encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera menor a 20m. Caudal mayor a 60 m <sup>3</sup> /seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera menor a 10 m. Cercanía a puente deficiente menor a 10 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe, dentro del encauzamiento de la torrentera.	$1.04 \leq r \leq 2.515$
Peligro alto	La topografía del terreno está al mismo nivel de encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera entre 20 y 50 m. Caudal entre 40 y 60 m <sup>3</sup> /seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera entre 10 y 20 m. Cercanía a puente deficiente entre 10 y 20 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe, a menos de 10 m del encauzamiento de la torrentera.	$0.402 \leq r < 1.04$
Peligro medio	La topografía del terreno está a un nivel de hasta 1m por encima del nivel de encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera entre 50 a 150 m. Caudal igual a 40 m <sup>3</sup> /seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera entre 20 y 30 m. Cercanía a puente deficiente entre 20 y 30 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe entre 10 a 20 m del encauzamiento de la torrentera.	$0.136 \leq r < 0.402$
Peligro bajo	La topografía del terreno está a un nivel de hasta 2m por encima del nivel de encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera mayor a 150 m. Caudal menor a 40 m <sup>3</sup> /seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera mayor a 30 m. Cercanía a puente deficiente mayor a 30 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe a más de 20 m del encauzamiento de la torrentera.	$0.035 \leq r < 0.136$

Nota: Elaboración Propia

#### 4.12. Mapa de Nivel de Peligrosidad



Mapa 29: Mapa de Peligros por inundación. Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – Puente Concordia).  
Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo V: Análisis de la vulnerabilidad

### 5.1. Análisis de los Factores de la Vulnerabilidad

#### 5.1.1. Análisis de la dimensión social.

**Exposición social.** En el sector de estudio el 19% lo constituye el grupo etario de 0 a 5 años y mayor a 65 años, de este porcentaje la población de mayor a 65 años se ubica mayoritariamente en los pueblos tradicionales como Señor de la Caña, Los Arces, La Canoa, Av. Ejército, así como las urbanizaciones más antiguas del sector como León XIII, AVIDGE, este grupo de edad es el que se considera con mayor ponderación de exposición social debido a sus limitaciones respecto a su desplazamiento en caso de una evacuación.

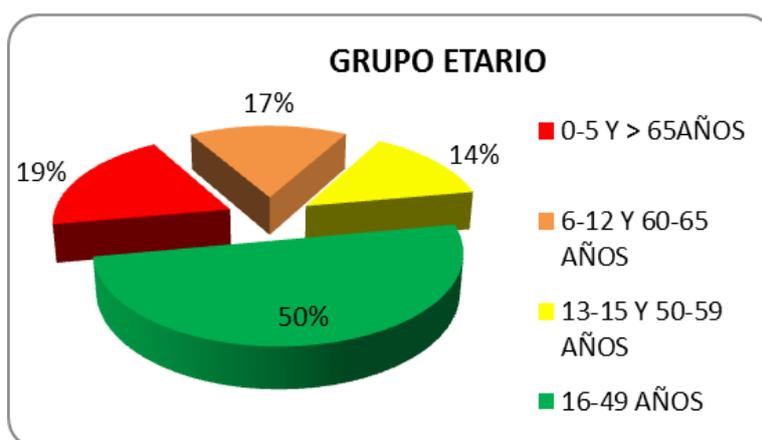


Gráfico 4: Grupo Etario en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 29

Parámetros Exposición Social: Grupo Etario

Parámetro	Grupo Etario	Peso Ponderado: 0.260
Descriptores	ES De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES 0.503
	ES De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	PES 0.260
	ES De 13 a 15 años y de 50 a 59 años	PES 0.134
	ES De 16 a 49 años	PES 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

**Fragilidad Social.** En el sector de estudio predomina el ingreso familiar mayor a S/ 3 300 hasta S/10 000 con el 70% de casos; el 10% tiene un ingreso familiar mayor a S/ 10 000, de este porcentaje el mayor número de casos se ubican en la Urb. Quinta Samay; el 5% tiene un ingreso familiar menor a S/ 2 000, este porcentaje se orienta mayoritariamente en el pueblo tradicional Los Arces y Señor de la Caña, donde existe población adulta mayor en estado de jubilación.

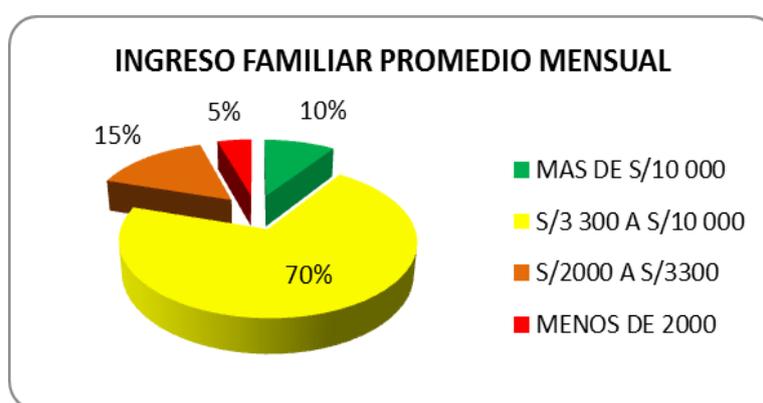


Gráfico 5: Ingreso Familiar Promedio Mensual en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 30

*Parámetros Fragilidad Social: Ingreso Familiar Promedio Mensual*

Parámetro	Ingreso familiar promedio mensual (soles)	Peso ponderado: 0.501
Descriptores	RE < S/ 2 000	PRE 0.503
	RE > S/ 2 000 - ≤ S/ 3 300	PRE 0.260
	RE > S/ 3 300 - ≤ S/ 10 000	PRE 0.134
	RE > S/10 000	PRE 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio el 69% de viviendas son propias totalmente pagadas se incluye en este grupo aquellas que fueron obtenidas por herencia. El 23% de viviendas son propias y parcialmente pagadas, incluye aquellas que son compradas con financiamiento bancarios y

vienen pagando el préstamo. El 6% de viviendas en el sector de estudio son alquiladas se trata principalmente de familias jóvenes y de viviendas construidas en edificios de vivienda, en el sector existe mayor oferta de alquiler que demanda del mismo. El 2% de viviendas se encuentran en posesión, los pocos casos encontrados suceden principalmente en los pueblos tradicionales Los Arces, La Canoa, Señor de la Caña, Av. Ejército, se refieren en la mayoría de las situaciones a viviendas con algunas dificultades familiares en el tracto sucesorio.

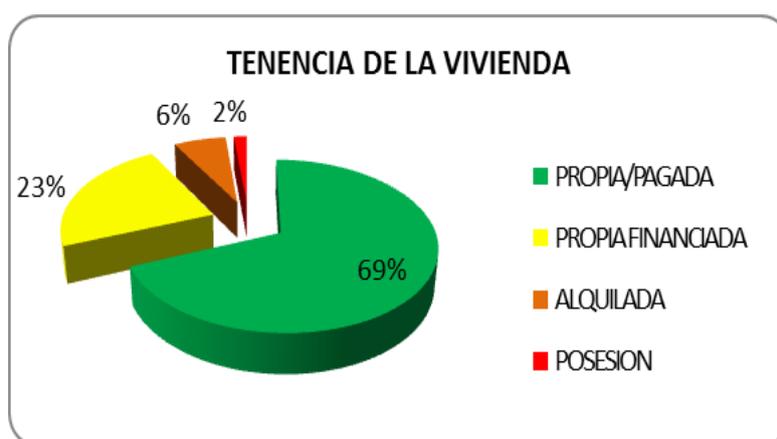


Gráfico 6: Tenencia de la vivienda en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 31

Parámetros Fragilidad Social: Tenencia de la Vivienda

Parámetro	Tenencia de la vivienda	Peso ponderado: 0.042
Descriptores	FS Posesión	PFS 0.503
	FS Alquilada	PFS 0.260
	FS Propia, financiada	PFS 0.134
	FS Propia, totalmente pagada	PFS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

**Resiliencia Social.** En el sector de estudio el 77% de jefes de familia tienen profesión con educación superior, el 17% de jefes de familia tienen profesión técnica superior; tan sólo el 6% los jefes de familia son empleados y obreros sin profesión universitaria o técnica. Este

parámetro sucede igualmente en la totalidad de los centros poblados existentes en el sector de estudio.

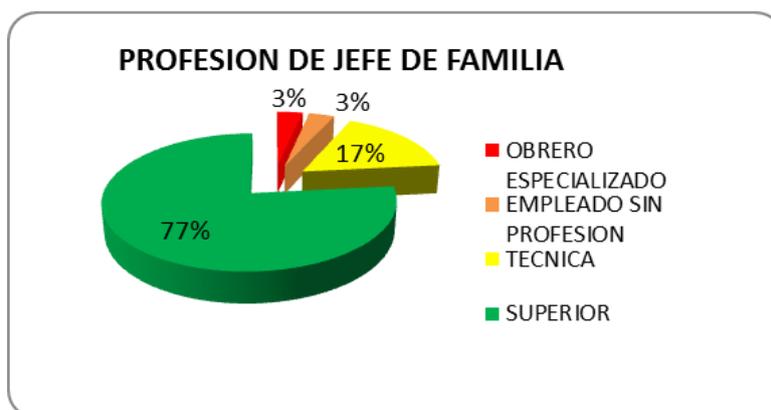


Gráfico 7: Profesión del jefe de familia en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

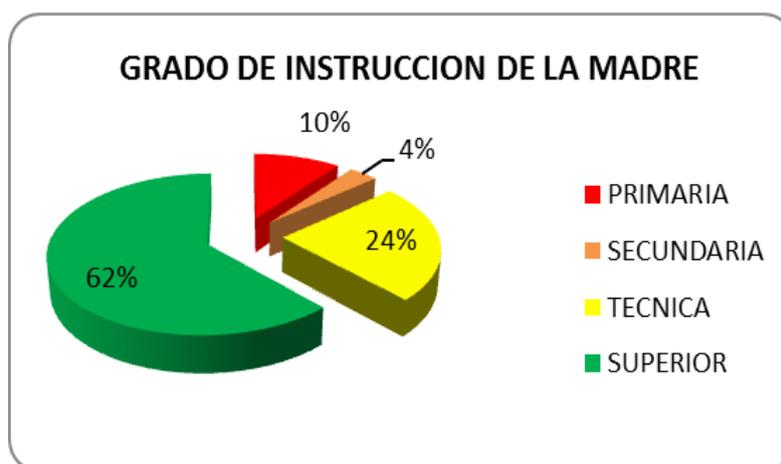
Tabla 32

*Parámetros Resiliencia Social: Profesión del Jefe de Familia*

Parámetro	Profesión del jefe de familia	Peso ponderado: 0.046
Descriptores	RS Obreros especializado y no especializado.	PRS 0.503
	RS Empleado sin profesión universitaria, con técnica media, pequeños comerciantes o productores	PRS 0.260
	RS Profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores	PRS 0.134
	RS Profesión superior, de alta productividad, oficiales de las fuerzas armadas (si tiene un rango de educación superior)	PRS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio: el 62% de madres tienen instrucción superior, el 24% de madres tienen instrucción técnica superior; el 14% de madres tienen instrucción secundaria, técnica inferior y primaria. Este parámetro sucede igualmente en la totalidad de los centros poblados existentes en el sector de estudio.



*Gráfico 8: Grado de instrucción de la madre en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.*

Tabla 33

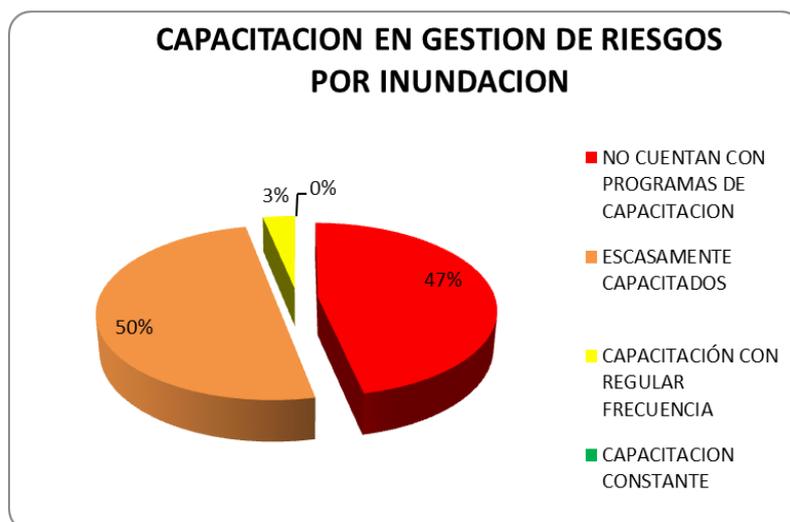
*Parámetros Resiliencia Social: Grado de Instrucción de la madre*

Parámetro	Nivel de instrucción de la madre	Peso ponderado: 0.046	
Descriptores	RS	Enseñanza primaria, o alfabeta (con algún grado de instrucción primaria)	PRS 0.503
	RS	Enseñanza secundaria incompleta, técnica inferior	PRS 0.260
	RS	Técnica superior completa, enseñanza secundaria completa, técnica media.	PRS 0.134
	RS	Enseñanza superior o su equivalente	PRS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio: el 0% de la población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total; por el contrario el 97% de la población del sector de estudio escasamente o no desarrolla ningún tipo de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación.

Este parámetro se repite en la totalidad de los centros poblados existentes en el sector de estudio.



*Gráfico 9:* Capacitación en gestión de riesgos por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).

Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 34

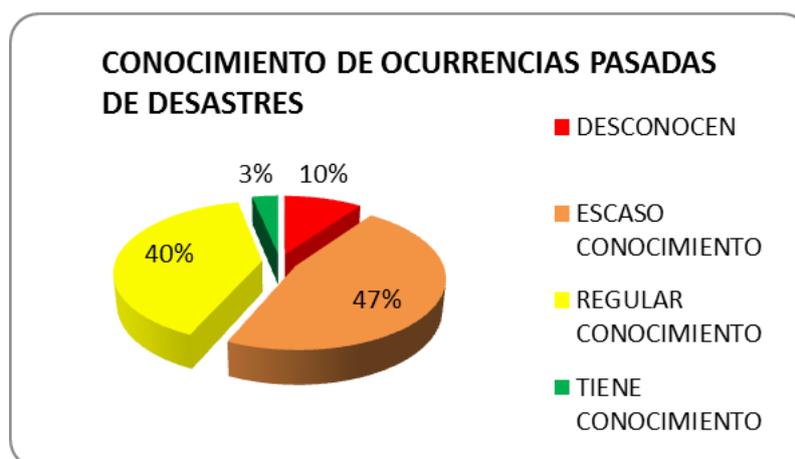
*Parámetros Resiliencia Social: Capacitación en temas de Gestión de Riesgos por Inundación*

Parámetro	Capacitación en temas de gestión del riesgo por inundación	Peso ponderado:
		0.285
Descriptor	RS La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación.	PRS 0.503
	RS La población está escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRS 0.260
	RS La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRS 0.134
	RS La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	PRS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio; en un 47% de la población existe escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. El 40% de la población del sector de

estudio tiene regular conocimiento sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. El 10% de la población del sector de estudio tiene desconocimiento sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Solamente un 3% de la población del sector de estudio, tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Esta característica se presenta en la totalidad de los pueblos y urbanizaciones del sector de estudio.



*Gráfico 10:* Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 35

*Parámetros Resiliencia Social: Conocimiento local sobre desastres por inundación*

Parámetro	Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres por inundación	Peso ponderado:
		0.152
Descriptores	RS Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.	PRS 0.503
	RS Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.	PRS 0.260
	RS Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.	PRS 0.134
	RS La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.	PRS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio el 46% de la población tiene una actitud escasamente previsoras frente al riesgo por inundación. El 37% de la población tiene una actitud parcialmente previsoras frente al riesgo por inundación. Solamente el 10% de la población tiene una actitud previsoras frente al riesgo por inundación. Mientras que el 7% de la población tiene una actitud fatalista frente al riesgo por inundación. Este parámetro es complementario a los antes analizados, ya que la población del sector de estudio al no contar mayoritariamente con capacitación del tema, al tener escaso conocimiento de ocurrencias pasadas, no les permite una actitud previsoras respecto al tema; el comportamiento de la población respecto a este parámetro es uniforme en todos los pueblos y urbanizaciones del sector de estudio.

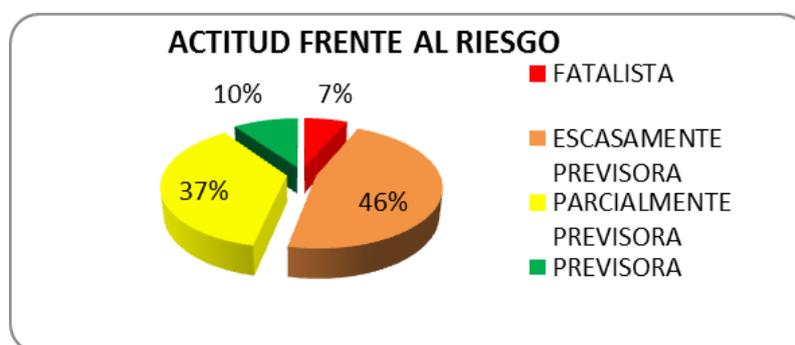


Gráfico 11: Actitud frente al riesgo por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 36

Parámetros Resiliencia Social: Actitud frente al riesgo por inundación

Parámetro	Actitud frente al riesgo por inundación	Peso ponderado:
		0.421
Descriptores	RS Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.	PRS 0.503
	RS Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población.	PRS 0.260
	RS Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.	PRS 0.134
	RS Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	PRS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio, en un 93% no hay y es escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población. Solamente el 3% tiene difusión masiva y frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.

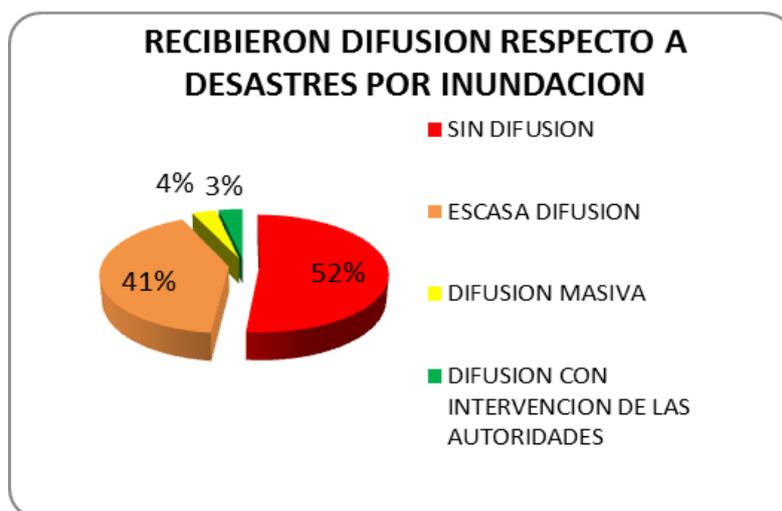


Gráfico 12: Difusión respecto a desastres por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 37

*Parámetros Resiliencia Social: Campañas de difusión sobre riesgo por inundación*

Parámetro	Campaña de difusión sobre riesgo por inundación	Peso ponderado:
		0.046
Descriptores	RS No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación para la población local.	PRS 0.503
	RS Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS 0.260
	RS Difusión masiva y poco frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	PRS 0.134
	RS Difusión masiva y frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	PRS 0.068

En el sector de estudio en un 50% no hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. El 47% de las organizaciones locales del sector de estudio tienen poca coordinación con el gobierno local y regional. Las organizaciones locales no conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación y no participan en los espacios de concertación.



Gráfico 13: Relación entre las instituciones y organizaciones locales en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia). Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 38

*Parámetros Resiliencia Social: Relación entre instituciones y organizaciones local*

Parámetro	Relación entre instituciones y organizaciones locales	Peso ponderado:
		0.096
RS	No hay coordinación con los gobiernos local y regional.	PRS 0.503
RS	Poca coordinación entre las organizaciones locales, gobiernos local y regional.	PRS 0.260
Descriptores	RS Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación.	PRS 0.134
	RS Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación y participan en los espacios de concertación.	PRS 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

### 5.1.2. Análisis de la dimensión económica.

**Fragilidad económica.** En el sector de estudio el 70% de edificaciones están en buen estado de conservación. El 7% de edificaciones están en muy buen estado de conservación, se trata de aquellas edificaciones construidas los últimos años en las urbanizaciones más recientes, destacándose Quinta Samay, Boulevard Los Arces, Mirasol de Cayma. El 17% de edificaciones tienen regular estado de conservación en este grupo se destacan la Urb. León XIII, debido a la antigüedad de las edificaciones. El 3% de edificaciones en el sector de estudio tiene mal estado de conservación estas edificaciones se ubican en los pueblos tradicionales Señor de la Caña, Los Arces, La Canoa.

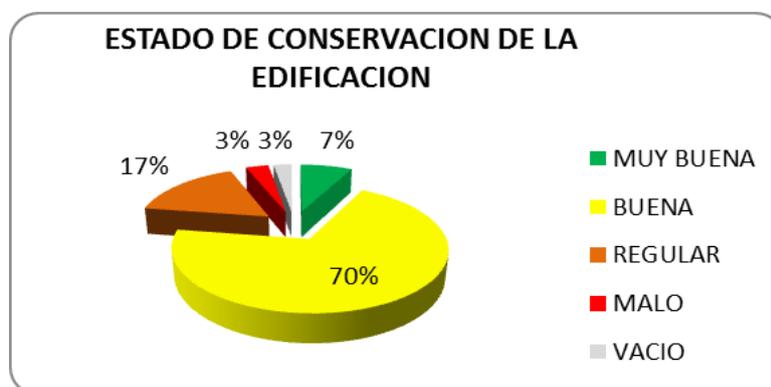


Gráfico 14: Estado de Conservación de la Edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 39

*Parámetros Fragilidad Económica: Estado de conservación de la edificación*

Parámetro	Estado de conservación de la edificación	Peso ponderado:
		0.386
Descriptores	FE MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE 0.503
	FE REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.	PFE 0.260
	FE BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFE 0.134
	FE MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y no presentan deterioro alguno.	PFE 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio predominan las viviendas en buenas y óptimas condiciones con un 85%. El 6% de viviendas tienen óptimas condiciones sanitarias en ambientes de gran lujo, éstas se ubican mayoritariamente en la Urb. Quinta Samay. El 9% de viviendas tienen ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias, éstas se ubican en los pueblos tradicionales existentes en el sector de estudio: Señor de la Caña, La Canoa, Los Arces.

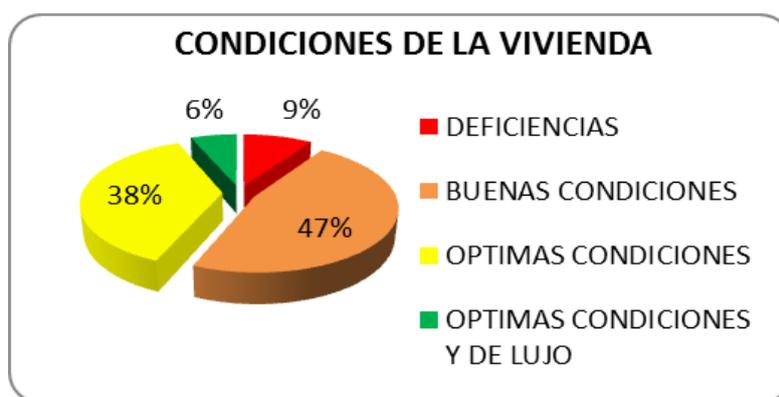


Gráfico 15: Condiciones de la vivienda en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 40

Parámetros Fragilidad Económica: Condiciones de alojamiento

Parámetro	Condiciones de alojamiento	Peso ponderado:
		0.386
FE	Viviendas con ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias.	PFE 0.503
FE	Viviendas con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos o no, pero siempre menores que en las viviendas 1 y 2.	PFE 0.260
FE	Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambientes con lujo sin exceso y suficientes espacios.	PFE 0.134
FE	Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambientes de gran lujo.	PFE 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio predominan las edificaciones realizadas con estructura de concreto armado y con albañilería de ladrillo en un 81%. El 3% de edificaciones en el sector de estudio, fueron hechas de sillar, se ubican en los pueblos tradicionales: Los Arces, Señor de la Caña, La Canoa.

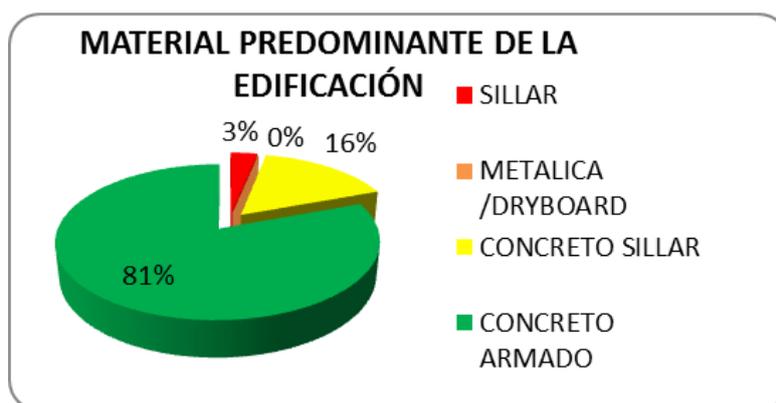


Gráfico 16: Material predominante de la edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

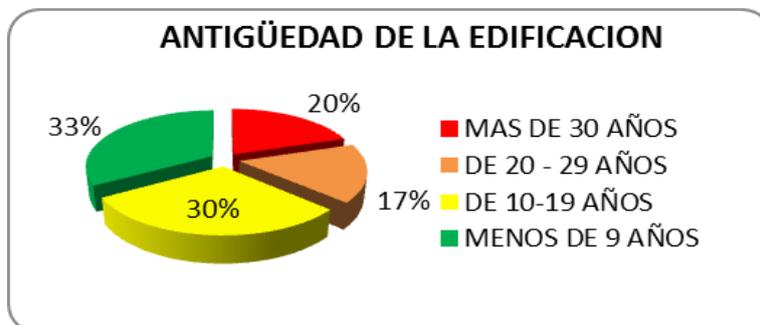
Tabla 41

*Parámetros Fragilidad Económica: Material predominante de la edificación*

Parámetro	Material o estructura predomina en la edificación	Peso ponderado: 0.386
Descriptores	FE Sillar	PFE 0.503
	FE Estructura metálica con dryboard.	PFE 0.260
	FE Estructura de concreto armado con albañilería de sillar	PFE 0.134
	FE Estructura de concreto armado con albañilería de ladrillo.	PFE 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio el 20% de edificaciones tienen una antigüedad mayor a 30 años, éstas se ubican en los pueblos tradicionales Los Arces, Señor de la Caña, La Canoa, Av. Ejército. El 17% de edificaciones tienen una antigüedad de 20 a 29 años, se ubican principalmente en la Urb. León XIII.



*Gráfico 17:* Antigüedad de la edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

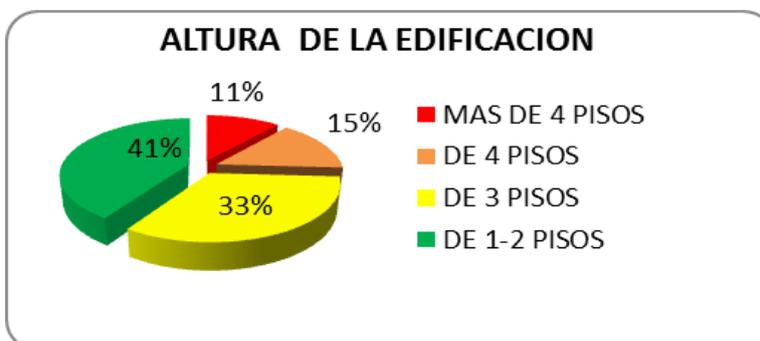
Tabla 42

*Parámetros Fragilidad Económica: Antigüedad de la edificación*

Parámetro	Antigüedad de la edificación	Peso ponderado: 0.111
Descriptores	FE Más de 30 años	PFE 0.503
	FE De 20 a 29 años	PFE 0.260
	FE De 10 a 19 años	PFE 0.134
	FE Menos de 9 años	PFE 0.068

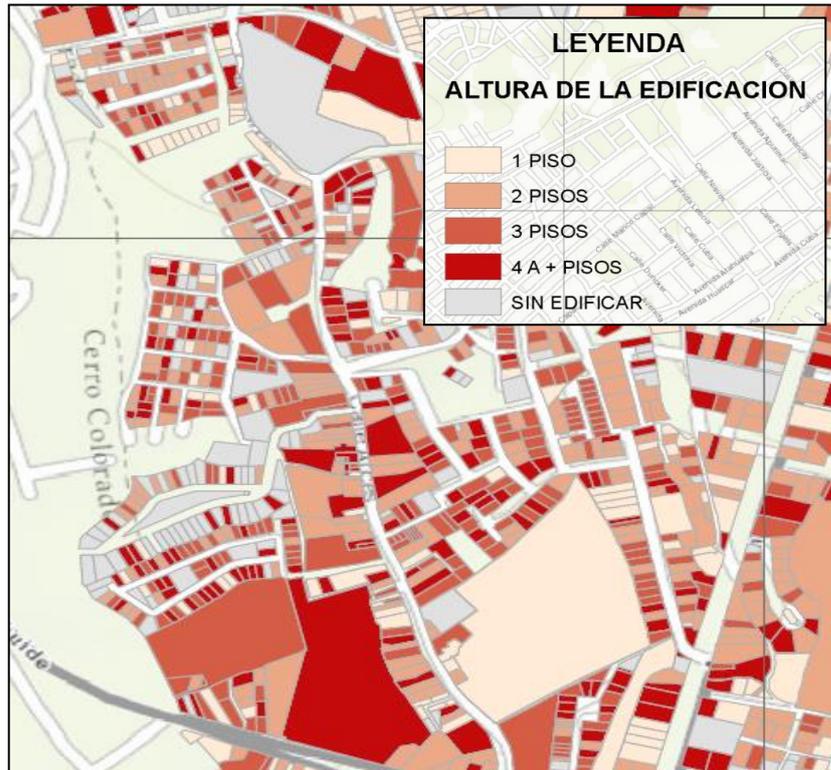
Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio el 26% de lotes encuestados tienen edificios de 4 a más pisos, resultado de un proceso de densificación intensivo. La Urb. Quinta Samay es la única del sector de estudio que mantiene una altura uniforme integral de hasta 2 pisos.

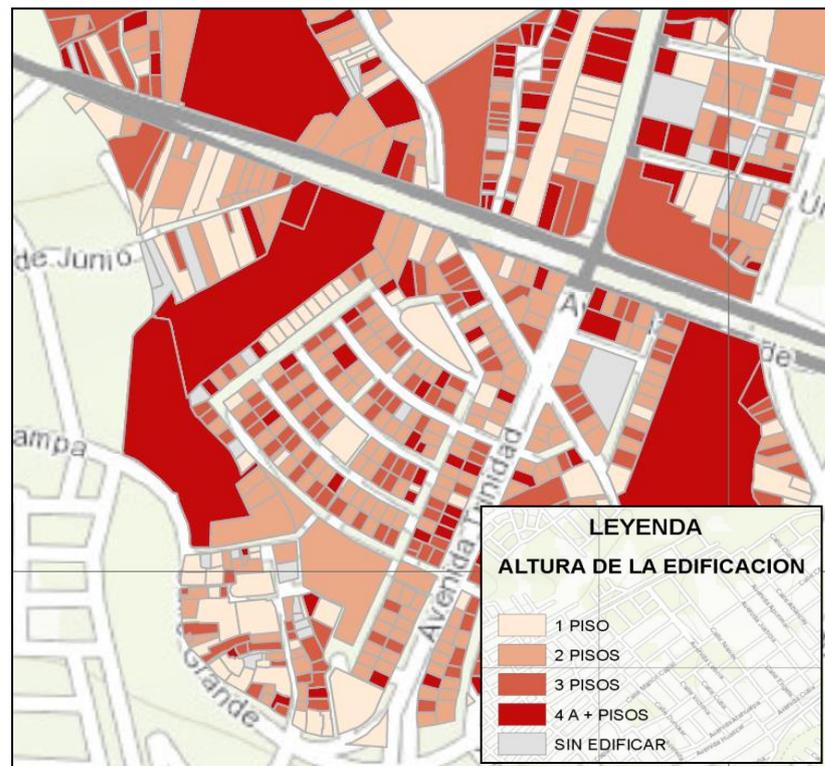


*Gráfico 18:* Altura de la edificación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.





*Mapa 31:* Mapa Base. Altura de la Edificación. Sub Sector: Puente Pancho Fierro – Puente del Diablo.  
Fuente: SGPEC. Municipalidad Distrital de Cayma.



*Mapa 32:* Mapa Base. Alturas en la Edificación. Sub Sector Puente del Diablo – Puente Concordia.  
Fuente: SGPEC. Municipalidad Distrital de Cayma.

**Resiliencia Económica.** En el sector de estudio, solamente el 4% de la población dice conocer de la existencia de algún instrumento de gestión de riesgo por inundación interna. El 96% de la población no conoce de la existencia de algún instrumento de gestión de riesgo por inundación y siendo la participación de los mismos baja.

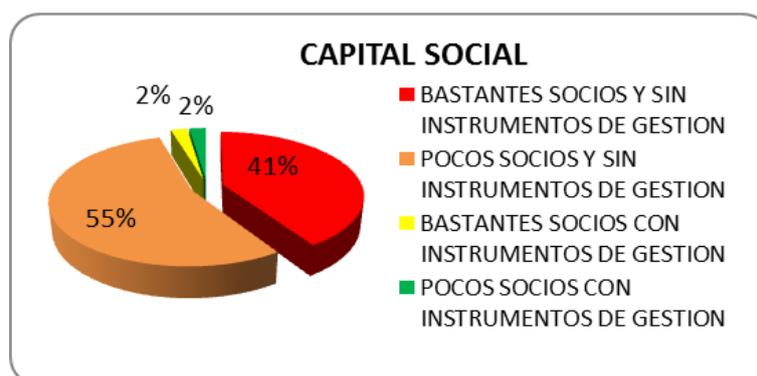


Gráfico 19: Capital social en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).

Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 44

*Parámetros Resiliencia Económica: Capital Social*

Parámetro	Capital social	Peso ponderado:
		0.263
Descriptores	RE La organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.	PRE 0.503
	RE La organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.	PRE 0.260
	RE La organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.	PRE 0.134
	RE La organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.	PRE 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

En el sector de estudio el 52% de los ingresos domésticos en el sector de estudio se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva. El 35% de los ingresos domésticos en el sector de estudio son generados por una sola actividad productiva. El 9% de los ingresos domésticos en el sector de estudio se generan a través de varias actividades productivas y en diferentes sectores económicos. Mientras que el 4% de los ingresos domésticos en el sector de estudio son generados en varias actividades productivas.



Gráfico 20: Capital social en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia).  
Fuente: Encuesta aplicada en fecha Nov. 2018.

Tabla 45

*Parámetros Resiliencia Económica: Diversidad Económica*

Parámetro	Diversidad económica	Peso ponderado:
		0.159
Descriptores	RE Los ingresos domésticos se basan exclusivamente en una sola actividad productiva.	PRE 0.503
	RE Los ingresos domésticos se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva.	PRE 0.260
	RE Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas.	PRE 0.134
	RE Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas, en diferentes sectores económicos.	PRE 0.068

Nota: Datos extraídos de encuesta aplicada en fecha Nov. 2018

### **5.1.3. Vulnerabilidad institucional.**

#### ***La Autoridad Nacional del Agua (ANA).***

El día 22 de Octubre de 2018, el ANA con la municipalidad de Cayma suscriben la delimitación de la faja marginal de las torrenteras en la jurisdicción del distrito de Cayma, incluida la torrentera de Chullo, recién en esta oportunidad el ANA con estudios hidrológicos respetables establece la faja marginal en el sector de estudio considerando 4 metros a ambos lados del encauzamiento de 5m aprobado años anteriores por esta misma entidad; reconociendo que el cauce ha sido reducido y ocupado para fines urbanos. Cabe mencionar que para esta fecha en el sector de estudio, en la margen izquierda bajando de la torrentera de Chullo, jurisdicción del distrito de Cayma, tenemos urbanizaciones consolidadas en un 90% en un proceso vertiginoso de densificación urbana, con construcción intensiva de edificios multifamiliares.

#### ***La Municipalidad Distrital de Cayma.***

*El Plan de Operaciones de Emergencia del distrito de Cayma 2015.* Tiene como misión planificar coordinadamente e implementar las acciones necesarias para estar en capacidad de brindar una atención oportuna, adecuada, eficaz, ante la ocurrencia de un desastre natural de sismos, lluvias torrenciales, vientos, en el Distrito de Cayma.

El Plan de Operaciones de Emergencias tiene por objeto orientar las tareas de preparación, respuesta y rehabilitación necesarias para afrontar los efectos de un desastre natural. Tuvo una estructura organizativa presidida por el Alcalde de Cayma, integrado por el Gobernador del distrito, párroco, representantes de las comisarías del distrito, representantes de los puestos de salud del distrito, jueces de paz del distrito, representantes del servicio público de transporte, coordinador de juntas vecinales, representante de la Unidad de Gestión Educativa Local, representante de la Junta de Riego, Secretario Técnico de Defensa Civil y el

establecimiento de actividades y responsabilidades, así como la asignación de los recursos disponibles.

*Plan de contingencia para afrontar los efectos del fenómeno del niño distrito de Cayma 2015-2016.* Elaborado por la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de Cayma, tiene como objetivo orientar las acciones de alerta, respuesta y rehabilitación ante la ocurrencia de emergencias o desastre por lluvias intensas, huaycos e inundaciones que se produzcan en el ámbito del distrito; tiene como finalidad la protección de las personas, bienes públicos y privados ante situaciones de emergencias y desastres originados por lluvias excepcionales, huaycos e inundaciones. Se establecen fases. Fase I – Período de Preparación – Previo a ocurrencia de lluvias fuertes. Fase II – Período de Alerta. Fase III – Período de Respuesta.

*Sistema Local de Gestión Ambiental en el distrito de Cayma.* Con Ordenanza Municipal N° 142-MDC de fecha 15 de Octubre de 2014, se crea el sistema local de gestión ambiental en el distrito de Cayma. Se plantea entre otros objetivos estratégicos la gestión integrada de los riesgos ambientales.

El Plan de contingencia para afrontar los efectos del fenómeno del niño distrito de Cayma 2015-2016, así como el Plan de Operaciones de Emergencia del distrito de Cayma 2015, son planes básicamente de respuesta durante la ocurrencia de un desastre. Mientras que el Sistema Local de Gestión Ambiental en el distrito de Cayma, no logró su implementación en el sector de estudio. La MDC, no cuenta con un plan de reducción o mitigación del riesgo por inundación en el sector de estudio.

*El Plan Urbano Distrital de Cayma 2006-2015.* La municipalidad distrital de Cayma cuenta con el Plan Urbano Distrital de Cayma 2006-2015, aprobado con Ordenanza Municipal 013-2006-MDC, concordante con el Plan Director de Arequipa Metropolitana 2002 -2015 (PDAM), consideró la torrentera de Chullo como Zona de Reglamentación

Especial – Tipo 2 (Lechos de Torrenteras y Áreas Aledañas) ZRE-2 y definiéndola como: zona que corresponde a las áreas ocupadas por los cauces de las torrenteras y las áreas tributarias intermedia entre el cauce y el borde urbano, que constituyen áreas potenciales de peligros naturales de inundación y/o deslizamientos, de constitución geofísica deleznable, erosionable e insegura, no se permite usos residenciales, comerciales y/o industrial de ningún tipo en estas zonas. Este plan advierte del potencial peligro de la torrentera de Chullo. Sin embargo al estar derogado el PDAM, el PUD ha quedado sin respaldo legal.

***La Municipalidad Provincial de Arequipa.***

El Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025 aprobado por la Municipalidad Provincial de Arequipa con Ordenanza Municipal Nro. 961-2016; en su plano de zonificación no ha contemplado como zona de riesgo la torrentera de Chullo, por el contrario se zonifica como zona RDM-2 (Residencial de Media densidad tipo 2) y RDA-1 (Residencial de Alta Densidad tipo 1) , permitiéndose edificaciones de 6 y hasta 7 pisos, sin evidenciar en absoluto el peligro existente que se ha hecho notorio observando los últimos fenómenos pluviales suscitados en la región y en el sector de la torrentera de Chullo en particular, poniendo de esta manera en vulnerabilidad la vida e inversiones que se vienen desarrollando en este sector de estudio.

## 5.2. Determinación de los Niveles de Vulnerabilidad

Tabla 46

### Niveles de Vulnerabilidad

Niv	Descripción	Rango
Vulnerabilidad Muy Alta	<p>Grupo etario de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual &lt; S/ 2 000. Tenencia de la vivienda: posesión. Profesión del jefe de familia: obrero. Grado de instrucción de la madre: Enseñanza primaria, o alfabeta (con algún grado de instrucción primaria). La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación. Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población. No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación para la población local. No hay coordinación con los gobiernos local y regional. Estado de Conservación de la Edificación: Malo. Viviendas con ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias. Material predominante de la edificación: Sillar. Antigüedad de la edificación: Más de 30 años. Altura de la edificación: Más de 4 pisos. Capital social: Las organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: Los ingresos domésticos se basan exclusivamente en una sola actividad productiva.</p>	0.260 ≤ R < 0.503
Vulnerabilidad Alta	<p>Grupo etario de 6 a 12 años y de 60 a 65 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual &gt; S/ 2 000 - ≤ S/ 3 300. Tenencia de la vivienda: alquilada. Profesión del jefe de familia: empleado sin profesión universitaria, con técnica media, pequeños comerciantes o productores. Grado de instrucción de la madre: Enseñanza secundaria incompleta, técnica inferior. La población está escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura escasa. Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud escasamente previsora de la mayoría de la población. Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población. Poca coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. Estado de Conservación de la Edificación: Regular. Viviendas con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos o no, pero siempre menores que en las viviendas 1 y 2. Material predominante de la edificación: estructura metálica con dryboard. Antigüedad de la edificación: de 20 a 29 años. Altura de la edificación: 4 pisos. Capital social: Las organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: los ingresos domésticos se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva.</p>	0.134 ≤ R < 0.260

Vulnerabilidad Media	<p>Grupo etario de 13 a 15 años y de 50 a 59 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual <math>&gt; S/ 3\ 300 - \leq S/ 10\ 000</math>. Tenencia de la vivienda: propia, financiada. Profesión del jefe de familia: profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores. Grado de instrucción de la madre: técnica superior completa, enseñanza secundaria completa, técnica media. La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura mayoritaria. Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo. Difusión masiva y poco frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población. Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación. Estado de Conservación de la Edificación: Bueno. Vivienda con óptimas condiciones sanitaras en ambientes con lujo sin exceso y suficientes espacios. Material predominante de la edificación: Estructura de concreto armado con albañilería de sillar. Antigüedad de la edificación: de 10 a 19 años. Altura de la edificación: 3 pisos. Capital social: la organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas.</p>	0.068 $\leq R <$ 0.134
Vulnerabilidad Baja	<p>Grupo etario de 16 a 49 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual <math>&gt; S/10\ 000</math>. Tenencia de la vivienda: propia, totalmente pagada. Profesión del jefe de familia: Profesión superior, de alta productividad. Grado de instrucción de la madre: Enseñanza superior o su equivalente. La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total. La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo. Difusión masiva y frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades. Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación y participan en los espacios de concertación. Estado de Conservación de la Edificación: Muy buena. Vivienda con óptimas condiciones sanitaras en ambientes de gran lujo. Material predominante de la edificación: estructura de concreto armado con albañilería de ladrillo. Antigüedad de la edificación: Menos de 9 años. Altura de la edificación: 1-2 pisos. Capital social: Las organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas en diferentes sectores económicos.</p>	0.035 $\leq R <$ 0.068

### 5.3. Mapa del Nivel de Vulnerabilidad



Mapa 33: Mapa de Vulnerabilidad por inundación. Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – Puente Concordia).  
Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo VI: Estimación o Cálculo del Riesgo

### 6.1. Áreas donde la Materialización del Riesgo es Altamente Probable

Producto del análisis del peligro y de la vulnerabilidad podemos detectar las áreas donde la materialización del riesgo por inundación es altamente probable.

Existe alta probabilidad de riesgo por inundación en las áreas donde la topografía del terreno está a un nivel por debajo del nivel del encauzamiento de la torrentera, esto sucede en el sector de estudio en las partes próximas al encauzamiento actual, agravándose el riesgo a partir de la Urb. Boulevard de Cayma aguas abajo donde se van incrementando las áreas con niveles por debajo del nivel de encauzamiento, en la Av. Ejército la totalidad del sector de estudio tiene niveles inferiores al encauzamiento de la torrentera, de generarse el desborde de la torrentera en este punto generará la inundación inminente en esta parte del sector de estudio.

Es evidente que los edificios con sótanos y semisótanos en el sector de estudio tienen alta probabilidad de riesgo por inundación ya que debido a la profundización del terreno, tienen niveles por debajo del nivel del encauzamiento de la torrentera de Chullo.

Las áreas cercanas a los puentes construidos sobre el cauce de la torrentera de Chullo, en el sector de estudio; son altamente proclives a riesgo por inundación, debido a que la sección actual de estos es reducida, ninguno de ellos permite el paso del caudal máximo calculado por el ANA, se comportarán como diques que posibilitarán el desborde de la torrentera.

Las áreas cercanas a los puntos de cambio abrupto de direccionalidad de torrentera, tienen alto riesgo por inundación, esto sucede en el sector de estudio en los siguientes puntos: al inicio de la Urb. Mirasol de Cayma, al inicio de la Urb. AVIDGE, al inicio de la Urb. Boulevard Los Arces, al inicio de colegio Lord Byron.

Las redes de infraestructura de servicio público de: electricidad, telecomunicaciones, agua y desagüe, existentes dentro del encauzamiento de la torrentera y en la vía próxima paralela al encauzamiento actual de la torrentera de Chullo, tienen alta probabilidad de riesgo por inundación.

## **6.2. Cuantificación de las Pérdidas – Efectos Económicos**

Para la reconstrucción de los 140.70 m de muro de encauzamiento, veredas, bermas, pistas, derrumbados en el evento pluvial del 26/02/2016, la Municipalidad de Cayma destinó s/. 884,739.76 soles; para hacerlo de los 1864 m que conforman la totalidad del sector de estudio, se requerirán aproximadamente 11'721,072.58 soles.

## **6.3. Identificación de Zonas de Riesgo Potencial Significativo**

### **6.3.1. Matriz de riesgo.**

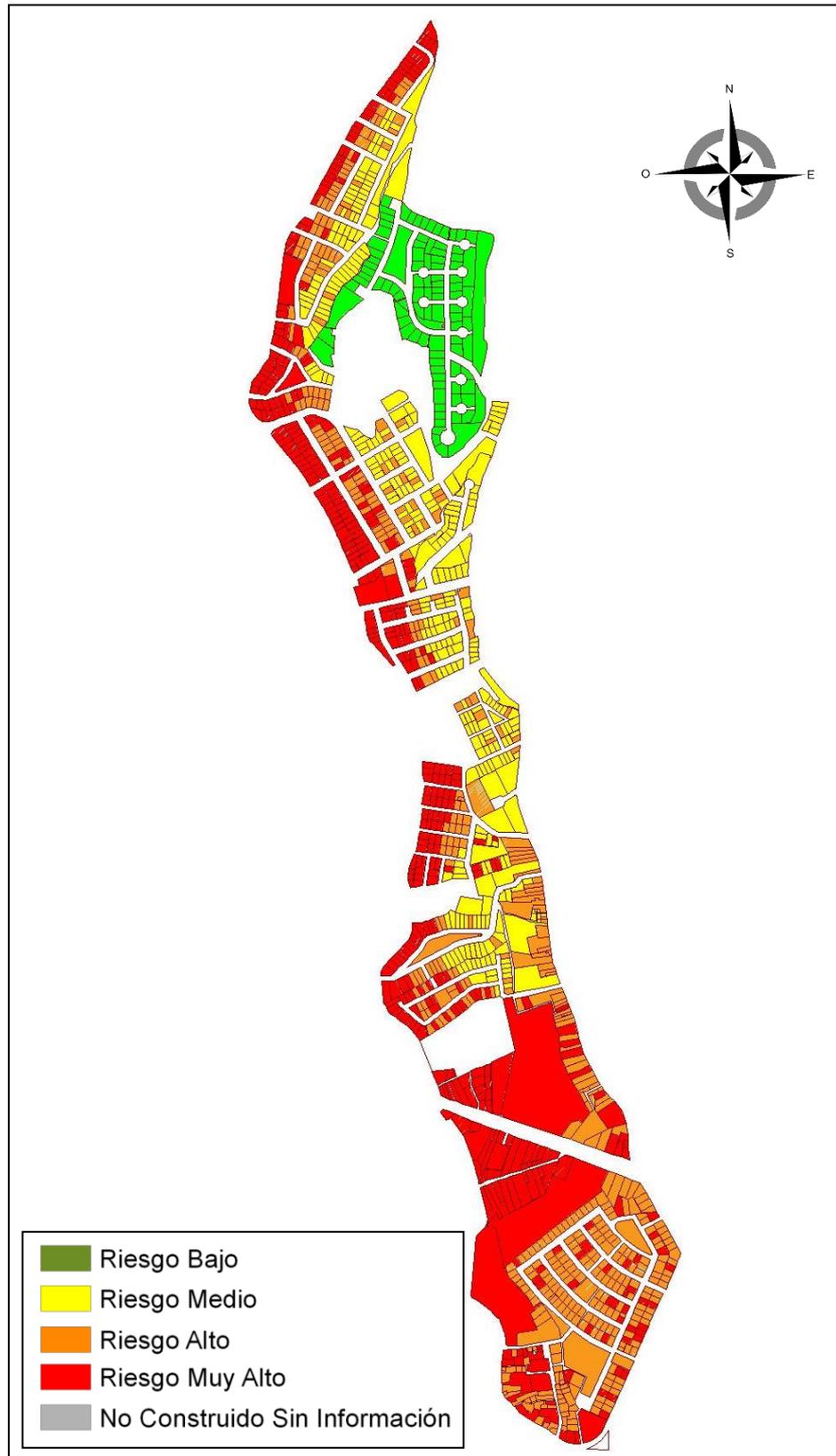
Tabla 47

## Matriz de Riesgo

N	Descripción	R
Riesgo Muy Alto	<p>Grupo etario de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual &lt; S/ 2 000. Tenencia de la vivienda: posesión. Profesión del jefe de familia: obrero. Grado de instrucción de la madre: Enseñanza primaria, o alfabeta (con algún grado de instrucción primaria). La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación. Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población. No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación para la población local. No hay coordinación con los gobiernos local y regional. Estado de Conservación de la Edificación: Malo. Viviendas con ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias. Material predominante de la edificación: Sillar. Antigüedad de la edificación: Más de 30 años. Altura de la edificación: Más de 4 pisos. Capital social: Las organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: Los ingresos domésticos se basan exclusivamente en una sola actividad productiva. La topografía del terreno está a un nivel por debajo del nivel del encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera menor a 20m. Caudal mayor a 60 m3/seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera menor a 10 m. Cercanía a puente deficiente menor a 10 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe, dentro del encauzamiento de la torrentera.</p>	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	<p>Grupo etario de 6 a 12 años y de 60 a 65 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual &gt; S/ 2 000 - ≤ S/ 3 300. Tenencia de la vivienda: alquilada. Profesión del jefe de familia: empleado sin profesión universitaria, con técnica media, pequeños comerciantes o productores. Grado de instrucción de la madre: Enseñanza secundaria incompleta, técnica inferior. La población está escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura escasa. Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud escasamente previsora de la mayoría de la población. Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población. Poca coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional. Estado de Conservación de la Edificación: Regular. Viviendas con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos o no, pero siempre menores que en las viviendas 1 y 2. Material predominante de la edificación: estructura metálica con dryboard. Antigüedad de la edificación: de 20 a 29 años. Altura de la edificación: 4 pisos. Capital social: Las organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: los ingresos domésticos se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva. La topografía del terreno está al mismo nivel de encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera entre 20 y 50 m. Caudal entre 40 y 60 m3/seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera entre 10 y 20 m. Cercanía a puente deficiente entre 10 y 20 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe, a menos de 10 m del encauzamiento de la torrentera.</p>	$0.018 \leq R < 0.068$

Riesgo Medio	<p>Grupo etario de 13 a 15 años y de 50 a 59 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual <math>&gt; S/ 3\ 300 - \leq S/ 10\ 000</math>. Tenencia de la vivienda: propia, financiada. Profesión del jefe de familia: profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores. Grado de instrucción de la madre: técnica superior completa, enseñanza secundaria completa, técnica media. La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura mayoritaria. Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo. Difusión masiva y poco frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población. Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación. Estado de Conservación de la Edificación: Bueno. Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambientes con lujo sin exceso y suficientes espacios. Material predominante de la edificación: Estructura de concreto armado con albañilería de sillar. Antigüedad de la edificación: de 10 a 19 años. Altura de la edificación: 3 pisos. Capital social: la organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas. La topografía del terreno está a un nivel de hasta 1m por encima del nivel de encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera entre 50 a 150 m. Caudal igual a 40 m<sup>3</sup>/seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera entre 20 y 30 m. Cercanía a puente deficiente entre 20 y 30 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe entre 10 a 20 m del encauzamiento de la torrentera.</p>	0,005 ≤ R < 0,018
Riesgo Bajo	<p>Grupo etario de 16 a 49 años. Ingreso Familiar Promedio Mensual <math>&gt; S/10\ 000</math>. Tenencia de la vivienda: propia, totalmente pagada. Profesión del jefe de familia: Profesión superior, de alta productividad. Grado de instrucción de la madre: Enseñanza superior o su equivalente. La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total. La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación. Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo. Difusión masiva y frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades. Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación y participan en los espacios de concertación. Estado de Conservación de la Edificación: Muy buena. Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambientes de gran lujo. Material predominante de la edificación: estructura de concreto armado con albañilería de ladrillo. Antigüedad de la edificación: Menos de 9 años. Altura de la edificación: 1-2 pisos. Capital social: Las organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna. Diversidad económica: Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas en diferentes sectores económicos. La topografía del terreno está a un nivel de hasta 2m por encima del nivel de encauzamiento de la torrentera. Cercanía al encauzamiento de la torrentera mayor a 150 m. Caudal menor a 40 m<sup>3</sup>/seg. Cercanía a punto de cambio de direccionalidad de torrentera mayor a 30 m. Cercanía a puente deficiente mayor a 30 m. Redes de infraestructura de servicio público de electricidad, telecomunicaciones, gas natural, agua y desagüe a más de 20 m del encauzamiento de la torrentera.</p>	0,001 ≤ R < 0,005

### 6.3.2. Mapa de nivel de riesgos.



Mapa 34: Mapa de Riesgos por inundación. Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – Puente Concordia).

Fuente: Elaboración Propia

## Capítulo VII: Propuesta

### 7.1. Formulación del Plan de Gestión de Mitigación de Riesgo por Inundación

#### 7.1.1. El análisis FODA.

##### *Fortalezas.*

- Los habitantes del sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – puente Concordia) del distrito de Cayma, tienen mayoritariamente un nivel socioeconómico medio – alto, lo cual los hace menos vulnerables socialmente con respecto al riesgo por inundación.
- En los habitantes del sector de estudio, predomina el nivel educativo superior, lo cual les permite entender la problemática y riesgo de inundación y aportar favorablemente en las soluciones.
- Las edificaciones realizadas en el sector de estudio tienen buen estado de conservación, han sido construidas por profesionales, con proyecto aprobado previamente y son predominantemente de material noble, de concreto armado, lo cual las hace menos vulnerables y tener mayor capacidad de resiliencia, frente al riesgo por inundación.
- En el sector de estudio, específicamente en el margen que corresponde al distrito de Cayma, se tiene encauzado con muros de contención el 80% del sector de estudio.

##### *Oportunidades.*

- Debido a los desastres suscitados los últimos años, el Estado ha emitido basta legislación sobre gestión de riesgo. Posibilitando a las entidades públicas en todos sus niveles a priorizar presupuestos para la prevención y mitigación de riesgos.
- El presente año 2018, el Ministerio de Agricultura a través de la Autoridad Nacional del Agua, realizó estudios hidrológicos serios para la delimitación de la faja marginal de la torrentera de Chullo jurisdicción del distrito de Cayma, lo cual permite a las

autoridades conocer la verdadera dimensión - sección de cauce que se debe considerar en cualquier intervención urbana futura.

- Con la suscripción del Convenio entre la Municipalidad de Cayma y el ANA, la Municipalidad de Cayma se compromete a la difusión del estudio de delimitación de la maja marginal de las torrenteras en Cayma, incluida la torrentera de Chullo.
- Los desastres suscitados los últimos años en el Perú y Arequipa, nos hacen tomar mayor conciencia en temas ambientales y de gestión de riesgo de desastres.
- El Estado ha dado disposiciones normativas que permiten la conservación y recuperación de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB) y su Zona de Amortiguamiento.
- La ley de ordenamiento territorial actual, permite a los distritos la elaboración del Plan de Desarrollo Urbano, en el cual se debe incluir la gestión de riesgo.

#### ***Debilidades.***

- El relleno del cauce de la torrentera de Chullo y su utilización con actividades urbanas, hacen riesgoso al sector de estudio.
- La construcción de infraestructura pública (pistas, veredas, bermas) y de servicios (redes de agua, desagüe, electricidad), construidos en el cauce en el sector de estudio de la torrentera de Chullo, expone a las urbanizaciones al riesgo por inundación.
- Las urbanizaciones conformantes del sector de estudio no cuentan con una organización social interna para afrontar el riesgo por inundación. Asimismo no tienen la información, difusión y conocimiento suficiente, respecto al riesgo de inundación.
- El proceso de densificación intensivo en el sector de estudio incrementa la vulnerabilidad al exponer a mayor población al riesgo por inundación.
- No se cuenta con un plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación.

- No se cuenta con planes de evaluación - prevención de riesgos por inundación en el sector de estudio.
- La construcción de puentes con secciones reducidas, proyectados sin contar con estudios hidrológicos serios y sin haber tenido la definición de la faja marginal.
- Haberse construido muros de encauzamiento con autorización de la ANA sin contar esta entidad con estudios hidrológicos y sin haber tenido la definición de la faja marginal.
- La construcción de edificaciones en los aires del cauce de torrentera.

### *Amenazas*

- El cambio climático y calentamiento global genera mayor intensidad de los fenómenos pluviales, por tanto se puede generar un caudal superior al que puede soportar el encauzamiento actual en la torrentera de Chullo.
- La desertificación de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB), a través del retiro de su masa vegetal, específicamente en el área de cuenca (zona tributaria) de la torrentera de Chullo, genera una mayor escorrentía superficial y erosión del suelo, con el consiguiente aumento del caudal con material suelto de arrastre, que puede generar la colmatación de la torrentera de Chullo.
- La consolidación urbana y pavimentación de la zona urbana alta, sin vegetación, hace el suelo impermeable, genera mayor escorrentía superficial hacia las zonas bajas del distrito de Cayma.
- La desertificación de la RNSAB, la reducción de las áreas de campiña, genera menor infiltración de agua hacia el acuífero subterráneo.
- El PDAM, no contempla la torrentera de Chullo como zona de riesgo, permite la densificación de Alta Densidad en el sector de estudio.

- La entidades del Estado, priorizan la recuperación y rehabilitación luego del desastre, mas no priorizan la prevención y mitigación del riesgo por inundación.
- La ocupación con posicionamientos con fines urbanos en la zona de amortiguamiento de la RNSAB, genera la pérdida de la masa vegetal y genera mayor escorrentía superficial y arrastre de lodos, en tiempo de lluvia, hacia las partes bajas del distrito.

### **7.1.2. Construcción de la visión.**

“A puertas del quinto centenario de Arequipa, se habrá logrado mitigar el riesgo por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol – puente Concordia) del distrito de Cayma; el sector estará preparado para afrontar los eventos pluviales extraordinarios, sin pérdidas humanas ni materiales. Se habrá reducido la amenaza reactivando el sistema ecológico natural de control y reducción de escorrentía superficial. Se habrá reducido la vulnerabilidad en el sector: construyendo infraestructura pública y privada segura; la población estará capacitada, organizada y preparada; se contará con normatividad urbanística e instrumentos de gestión apropiados; que garanticen la adopción de políticas de gestión de riesgo por inundación”.

### **7.1.3. Los ejes estratégicos.**

#### ***Eje estratégico 1: Recuperación ambiental..***

##### *Objetivo.*

- Reducir la amenaza, reactivando el sistema ecológico - natural de control de erosión del suelo y reducción de escorrentía superficial en el área de cuenca y zona tributaria de origen de las quebradas afluentes de la torrentera de Chullo.

##### *Estrategias.*

- Forestación intensiva, en todos los pisos y gradientes ecológicos, con flora oriunda - nativa y adaptada al microclima correspondiente; las plantas a través de sus propiedades de infiltración, intercepción, succulencia y evapotranspiración, posibilitan

la retención de las precipitaciones pluviales, protegen el suelo de erosión, reducen la escorrentía superficial y generación de flujo de detritos perniciosos hacia el sector de estudio.

- Alimentación del acuífero subterráneo durante los eventos pluviales, fomentando el aprovechamiento intensivo del acuífero durante el período seco, para que durante el evento pluvial se logre su reposición, reduciendo así la escorrentía superficial.
- Conservación de las áreas agrícolas de campiña, aprovechando sus propiedades de absorción hacia el suelo y el acuífero subterráneo, evitando inundaciones en la parte baja.

*Programas y proyectos.*

- Programa “Forestación en zonas tributarias de las torrenteras” (sembrada de ccapo)
  - Proyecto: Rehabilitación del Bosque Montano 1 en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca correspondientes a la jurisdicción del distrito de Cayma.
  - Proyecto: Recuperación de las áreas ocupadas ilegalmente con fines urbanos en la zona de amortiguamiento de la RNSAB, para ser convertidas en un Bosque Montano 2.
  - Proyecto: Forestación en parques, vías públicas, cauce de torrenteras, en la zona urbana formal de la parte alta del distrito de Cayma.
  - Proyecto: Concientización, difusión, educación, de la importancia de la conservación de la RNSAB y de sus beneficios ambientales de control frente a la amenaza de inundación por precipitaciones.
  - Proyecto: Creación del Patronato para la protección y defensa de la RNSAB y su zona de amortiguamiento.
- Programa “Alimentando el acuífero subterráneo”

- Proyecto: aprovechar el acuífero subterráneo para usos agrícolas, riego de parques y jardines en el distrito de Cayma.
- Proyecto: fomentar la investigación para la restitución y almacenamiento de agua en el acuífero subterráneo durante los procesos pluviales.
- Programa “Reencuentro con la Campiña”
  - Proyecto: incentivos económicos y tributarios a propietarios de terrenos agrícolas, para evitar su cambio de uso.
  - Proyecto: declaración de las áreas de campiña que quedan en el distrito de Cayma, como patrimonio cultural y de beneficio ambiental; garantizando su conservación irrestricta.
  - Proyecto: Patronato para la protección y defensa de la Campiña de Cayma.

### ***Eje Estratégico 2: Infraestructura.***

#### *Objetivo.*

Reducir el riesgo y la vulnerabilidad, a través de la construcción de infraestructura cuyo diseño tome en cuenta: la verdadera dimensión de la amenaza analizada, la intangibilidad de la faja marginal; posibilitando la seguridad de la población del sector ante el riesgo por inundación.

#### *Estrategias*

- La infraestructura pública que se construya a partir de la fecha deberá tomar en cuenta la delimitación de la faja marginal del ANA.
- Liberar el cauce de la torrentera y su faja marginal de: edificaciones y de infraestructura de servicios.
- Ir reemplazando paulatinamente los muros de encauzamiento actual hasta la ubicación de los hitos establecidos en la faja marginal del ANA; priorizando los tramos más antiguos y deteriorados.

- Todo proyecto de inversión pública y privada en el distrito de Cayma, deberá tomar en cuenta en sus premisas de diseño, la mitigación del riesgo por inundación en la parte baja del distrito, incidiendo en interceptar y almacenar de agua pluvial.

*Programas y proyectos.*

- Programa “Interceptación en la zona urbana Alta de Cayma”
  - Proyecto: Construcción de almacenamientos municipales de agua pluvial, para el riego de parques y jardines públicos.
  - Proyecto: Beneficios tributarios para los vecinos que intercepten agua de lluvia, a través de medios privados como áreas agrícolas, huertos, tanques, entre otros.
  - Proyecto: Construcción de andenerías en: torrenteras, parques, áreas verdes, espacios públicos.
  - Proyecto: Rediseño de vías en mejoramientos viales, incluyendo la variable de retención; colocando las bermas con vegetación a un nivel inferior del bombeo de los asfaltos y pavimentos.
  - Proyecto: Construcción de un sistema de drenaje pluvial cuyo destino final no sea las propias torrenteras, sino hacia almacenamientos o directamente hacia el río Chili.
- Programa “Amplitud del cauce y retiro de infraestructura pública y privada del cauce en el sector torrentera de Chullo Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia”
  - Proyecto: Construcción de muros de encauzamiento tomando en cuenta la ubicación de los hitos establecidos en la delimitación de la faja marginal elaborada por el ANA en Octubre 2018.
  - Proyecto: Demolición de edificaciones existentes construidas en y sobre el espacio del cauce de la torrentera de Chullo y su faja marginal.

- Proyecto: Retiro y reubicación de las redes de infraestructura de servicios de agua, desagüe, electricidad, telecomunicaciones, que estén en el espacio del cauce y su faja marginal.
- Proyecto: Rediseño de la vía paralela a la torrentera de Chullo en el sector de estudio, según la delimitación de la faja marginal del ANA.
- Programa “Amplitud de los puentes en el sector Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia”
  - Proyecto: Poner en valor los puentes Arquillo 1 y 2 y aumentar su sección según la delimitación de la faja marginal del ANA.
  - Proyecto: Redimensionamiento y reemplazo de puentes existentes en el cauce de la torrentera del sector de estudio, a través de la construcción de puentes con sección y tolerancia apropiada según la delimitación de la faja marginal del ANA.
  - Proyecto: Demolición del puente de uso privado existente sobre el espacio del cauce de la torrentera de Chullo y su faja marginal.

### ***Eje Estratégico 3: Instrumentos de gestión y monitoreo.***

#### *Objetivo.*

- Contar con los instrumentos de gestión y de monitoreo apropiados que incluyan políticas de gestión de riesgo por inundación y que permitan a futuro la planificación e intervenciones que garanticen la seguridad ante el riesgo por inundación en el sector de estudio.

#### *Estrategias.*

- Adecuar, elaborar, aprobar, implementar, paulatinamente los instrumentos de gestión municipal, acordes al riesgo por inundación.
- Implementar sistemas de monitoreo y acceso a información que permitan la planificación y toma de decisiones respecto al riesgo por inundación.

*Programas y proyectos.*

- Programa “Adecuación de la normatividad urbanística y de ordenamiento territorial para que incluya la gestión de riesgo por inundación”
  - Proyecto: Modificación del plano de zonificación del Plan de Desarrollo Metropolitano, considerando la torrentera de Chullo y su área de influencia como zona de riesgo.
  - Proyecto: Elaboración del Plan de Desarrollo Urbano, modificando la densificación urbana en el sector de estudio, de alta densidad a media y baja densidad, según el análisis del mapa de riesgo.
  - Proyecto: Elaboración del Plan de Desarrollo Urbano, con la reevaluación de los parámetros urbanísticos y edificatorios; limitando la altura, coeficiente de edificación; incrementando el retiro y área libre; en el sector de estudio.
  - Proyecto: Inclusión en la normatividad urbanística; del impedimento de habilitación de sótanos y semisótanos en el sector de estudio.
  - Proyecto: Inclusión en la normatividad urbanística de habilitaciones urbanas; de la obligación de entrega de los aportes reglamentarios; en terrenos físicos; para su uso como parques; impidiendo la redención en dinero.
- Programa “Elaboración y aprobación de Planes de Gestión de Riesgo por inundación”
  - Proyecto: Elaboración e implementación del Plan de Estimación de riesgo por inundación.
  - Proyecto: Elaboración e implementación del Plan de Mitigación de riesgo por inundación.
  - Proyecto: Elaboración e implementación del Plan de Prevención, Preparación de riesgo por inundación.

- Proyecto: Actualización e implementación del Plan de Contingencia de riesgo por inundación.
- Proyecto: Elaboración e implementación del Plan de Rehabilitación y Operaciones de Emergencia, de riesgo por inundación.
- Proyecto: Elaboración e implementación del Plan de Educación Comunitaria de riesgo por inundación.
- Programa “Implementación de instrumentos de alerta y monitoreo”
  - Proyecto: Instalación de estaciones de medición de precipitaciones en la microcuenca Chullo y sus afluentes.
  - Proyecto: Instalación de estaciones de medición de flujo de detritos en la microcuenca Chullo y sus afluentes.
  - Proyecto: Instalación de cámaras de monitoreo en la microcuenca Chullo y sus afluentes.
  - Proyecto: Instalación de sistemas de alarma, cámaras de monitoreo, percepción remota – satelital, para alerta temprana, en la microcuenca Chullo y sus afluentes.

***Eje Estratégico4: Social, educativo.***

*Objetivo.*

- Capacitar, concientizar, organizar, preparar a la población; permitirá reducir la vulnerabilidad social, ante el riesgo por inundación en el sector de estudio.

*Estrategias.*

- Educando, concientizando, a los ciudadanos del distrito sobre gestión de riesgo por inundación; se disminuirá la vulnerabilidad en el sector de estudio.
- Mejorar la comunicación entre las entidades públicas y la organización social de las urbanizaciones que conforman el sector de estudio.

*Programas y proyectos.*

- **Programa “Educación y difusión”**
  - Proyecto: Difusión en las instituciones educativas, y sociedad civil en general, de: los estudios y planes de riesgo por inundación, establecimiento de la faja marginal.
  - Proyecto: Fomentar la investigación del riesgo por inundación, a través de convenios con universidades y entidades públicas competentes.
- **Programa “Socialización de la planificación”**
  - Proyecto: Creación del Patronato en Gestión de Riesgo por Inundación en el distrito de Cayma.
  - Proyecto: Realización frecuente de: simulacros por riesgo de inundación y campañas de sensibilización y concientización.
  - Proyecto: Organizar a la población en comités de gestión de riesgo por inundación en cada uno de los centros poblados del sector de estudio.

## **7.2. Propuesta del Plan de Gestión para Mitigación de Riesgo por Inundación**

### **7.2.1. Objetivo general y específicos.**

*Objetivo general.*

Implementar las acciones conducentes a la mitigación del riesgo de inundación en el sector de estudio, adoptando medidas para la reducción del peligro y de la vulnerabilidad.

*Objetivos específicos.*

- Reducir la escorrentía superficial y erosión del suelo, en el área de la microcuenca Chullo, a través de la forestación intensiva e interceptación de agua pluvial en la parte alta del distrito de Cayma.

- Construir infraestructura segura, holgada, en el sector de estudio, teniendo en cuenta la delimitación de la faja marginal; posibilitando que el caudal máximo fluya libremente.
- Preparar, actualizar los instrumentos de gestión que incluyan políticas y normatividad de mitigación de riesgo por inundación en el distrito de Cayma.
- Capacitar, concientizar, organizar, preparar a la población; respecto al riesgo por inundación en el sector de estudio.

#### **7.2.2. Responsables que están a cargo.**

- Alcalde de la Municipalidad Distrital de Cayma (MDC), a través de la decisión política para la implementación y ejecución del plan de mitigación de riesgo por inundación.
- La Gerencia de Gestión Ambiental de la MDC, para la formulación y ejecución del programa de forestación y recuperación ambiental.
- La Gerencia de Desarrollo Urbano de la MDC, para la formulación y ejecución del programa de infraestructura; asimismo en el programa de establecimiento de normatividad urbanística y ordenamiento territorial, para mitigación de riesgo por inundación.
- La Gerencia de Desarrollo Económico Social de la MDC, que según sus competencias debe liderar el programa de difusión, socialización y organización de la población, en los temas de riesgo por inundación.
- La oficina de Planificación y Presupuesto de la MDC; básicamente en la priorización del presupuesto para los programas y proyectos para mitigación de riesgo por inundación, según el proceso de presupuesto participativo.

#### **7.2.3. Medidas de prevención y mitigación de riesgo por inundación.**

Tabla 48

## Medidas Estructurales

Eje	Programa	Proyecto	Temporalidad			
			Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	
Recuperación Ambiental	<u>Forestación en áreas de cuenca de la torrentera de chullo (sembrado de ccapo)</u>	Rehabilitación del Bosque Montano 1 en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca correspondientes a la jurisdicción del distrito de Cayma.				X
		Recuperación de las áreas ocupadas ilegalmente con fines urbanos en la zona de amortiguamiento de la RNSAB, para ser convertidas en un Bosque Montano 2.		X		
		Forestación en parques, vías públicas, cauce de torrenteras, en la zona urbana formal de la parte alta del distrito de Cayma.	X			
		Aprovechamiento del acuífero subterráneo para usos agrícolas, riego de parques y jardines en el distrito de Cayma.		X		
Infraestructura	<u>Interceptación en la zona urbana alta de Cayma</u>	Construcción de almacenamientos municipales para el riego de parques y jardines públicos.				X
		Construcción de andenerías en: torrenteras, parques, áreas verdes, espacios públicos.				X
		Rediseño de vías en mejoramientos viales, incluyendo la variable de retención; colocando las bermas con vegetación a un nivel inferior del bombeo de los asfaltos y pavimentos.				X
		Construcción de drenajes cuyo destino final no sea las propias torrenteras, sino hacia almacenamientos o directamente hacia el río Chili.				X
Infraestructura	<u>Amplitud del cauce en el sector urb. Mirasol de Cayma – puente concordia”</u>	Construcción de muros de encauzamiento tomando en cuenta la ubicación del establecimiento de la faja marginal elaborada por el ANA de Octubre 2018.				X
		Demolición de edificaciones existentes construidas en y sobre el espacio del cauce de la torrentera de Chullo y su faja marginal.				X
		Reubicación de las redes de infraestructura de servicios de agua, desagüe, electricidad, telecomunicaciones, que estén en el espacio del cauce y su faja marginal.				X
		Rediseño y reducción vial de la vía paralela a la torrentera de Chullo según la delimitación de la faja marginal del ANA.	X			
Infraestructura	<u>Amplitud de los puentes en el sector urb. Mirasol de Cayma – Puente Concordia”</u>	Redimensionamiento y reemplazo de puentes existentes en el cauce de la torrentera del sector de estudio, a través de la construcción de puentes con sección y tolerancia apropiada según la delimitación de la faja marginal del ANA.				X
		Demolición del puente de uso privado existente sobre el espacio del cauce de la torrentera de Chullo y su faja marginal.	X			
		Poner en valor los puentes Arquillos y aumentar su sección según la delimitación de la faja marginal del ANA.				X

Tabla 49

## Medidas no estructurales

Eje	Programa	Proyecto	Temporalidad				
			Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo		
Recuperación ambiental	<u>Forestación en áreas de cuenca de la torrentera de chullo</u>	Concientización, difusión, educación, de la importancia de la conservación de la RNSAB y de sus beneficios ambientales de control frente a la amenaza de inundación por precipitaciones. Patronato para la protección y defensa de la RNSAB y su zona de amortiguamiento.				X	
	<u>Alimentac. Acuífero</u>	Fomento de la investigación para la restitución y almacenamiento de agua en el acuífero subterráneo durante los procesos pluviales. Incentivos económicos y tributarios a propietarios de terrenos agrícolas, para evitar su cambio de uso.		X			
	<u>Reencuentro con la campiña</u>	Declaración de las áreas de campiña que quedan en el distrito de Cayma, como patrimonio cultural y de beneficio ambiental; garantizando su conservación irrestricta. Patronato para la protección y defensa de la Campiña de Cayma.			X		
			X				
Infr	<u>Interceptac. En la zona urbana alta de cayma</u>	Beneficios tributarios para los vecinos que intercepten agua de lluvia, a través de medios privados como huertos, tanques, entre otros.	X				
Instrumentos de gestión y monitoreo		Disminución, reajuste de la densificación urbana en el sector de estudio de alta densidad a media y baja densidad según el análisis del mapa de riesgo.	X				
	<u>Ordenamiento territorial y adecuación de normatividad urbanística</u>	Reevaluación de los parámetros urbanísticos y edificatorios; limitando la altura, coeficiente de edificación, incrementando el retiro y área libre; en el sector de estudio. Inclusión en la normatividad urbanística; el impedimento de habilitación de sótanos y semisótanos en el sector de estudio. Inclusión en la normatividad urbanística en habilitaciones urbanas; de la obligación de entrega del aporte reglamentario; en terrenos físico; para su uso como parques. Elaboración e implementación del Plan de Estimación de riesgo por inundación. Elaboración e implementación del Plan de Mitigación de riesgo por inundación.	X				
	<u>Elaboración planes de gestión de riesgo por inundación</u>	Elaboración e implementación del Plan de Prevención, Preparación de riesgo por inundación. Actualización e implementación del Plan de Contingencia de riesgo por inundación. Elaboración e implementación del Plan de Rehabilitación y Operaciones de Emergencia, de riesgo por inundación. Elaboración e implementación del Plan de Educación Comunitaria de riesgo por inundación.	X				
		Instalación de estaciones de medición de precipitaciones en la microcuenca Chullo y sus afluentes.			X		
	<u>Implementación de instrumentos de monitoreo</u>	Instalación de estaciones de medición de flujo de detritos en la microcuenca Chullo y sus afluentes. Instalación de cámaras de monitoreo en la microcuenca Chullo y sus afluentes.				X	
					X		
				X			
				X			
				X			
				X			
Social, Educativo	<u>Educación y difusión</u>	Difusión en las instituciones educativas, y sociedad civil en general, de: los estudios y planes de riesgo por inundación, establecimiento de la faja marginal. Fomentar la investigación del riesgo por inundación, a través de convenios con universidades y entidades públicas competentes.	X				
	<u>Socialización de la planificación</u>	Creación del Patronato en Gestión de Riesgo por Inundación en el distrito de Cayma. Realización frecuente de: simulacros por riesgo de inundación y campañas de sensibilización y concientización.	X				

### **7.3. Plan de Respuesta a la emergencia**

#### **7.3.1. Objetivo general y específicos.**

##### *Objetivo general.*

Orientar las acciones de respuesta inmediata ante la ocurrencia de emergencias o desastre por lluvias intensas e inundaciones que se produzcan en el sector de estudio

##### *Objetivos específicos.*

- Activar el Centro de Operaciones de Emergencia Distrital.
- Brindar seguridad colectiva mediante una atención oportuna y evitar que se produzcan efectos negativos.
- Conformar y capacitar grupos especializados para que participen en la atención de la emergencia saneamiento ambiental y vigilancia.
- Programar las acciones de alerta temprana, ante la ocurrencia de lluvias intensas con amenaza de inundaciones en el sector de estudio.

#### **7.3.2. Ámbito.**

Las urbanizaciones y pueblos que conforman el Sector torrentera de Chullo: Urb.

Mirasol de Cayma hasta puente Concordia.

#### **7.3.3. Estructura y organización.**

El alcalde de la Municipalidad de Cayma, preside y dirige el Centro de Operaciones de Emergencia (COE); tiene a la Secretaria Técnica de Defensa Civil como órgano planificador y organizativo; tiene a la Sala de Toma de Decisiones a través de un grupo de trabajo integrado por los gerentes de la municipalidad; tiene como órgano ejecutor a la Plataforma de Defensa Civil que cuenta con Módulos con funciones específicas, integrados por personal de la municipalidad: módulo de logística y ayuda humanitaria, módulo de operaciones y coordinación, módulo de comunicaciones y prensa, módulo de monitoreo y

vigilancia así como promotores que facilitan la coordinación e interacción con los comités vecinales y población del sector de estudio.

#### **7.3.4. Funciones.**

- Alcalde de la Municipalidad de Cayma; dirige la estructura organizacional, al Centro de Operaciones de Emergencia (COE) y a la Plataforma de Defensa Civil; es el enlace con el presidente del Gobierno Provincial; recibe información procesada por el COE, fija prioridades; toma decisiones en materia de desastres, seguridad y movilización.
- Secretaria Técnica de Defensa Civil; deberá: formular el plan de respuesta para afrontar emergencias o desastres por lluvias; elaborar el plan de contingencia; promoverá la organización de la población para su participación activa en la respuesta a la emergencia.
- El COE gestionará y recibirá información real y oportuna de diferentes fuentes, que permita una adecuada interpretación y valoración, a fin de contribuir a la oportuna toma de decisiones de las autoridades.
- La Sala de Toma de Decisiones; de uso eventual activado en caso de emergencias para la toma de decisiones y supervisión de las operaciones.
- Módulo de Operaciones y Coordinación: dirigir las cuadrillas de emergencia; habilitar los tramos de vías afectadas para el tránsito de manera provisional; evaluar la necesidad de ejecutar obras de prevención por peligro eminente; mantener comunicación con SEDAPAR, SEAL, Junta de Usuarios de Riego, en caso de colapso de buzones, redes de agua – desagüe, canales de regadío.
- Módulo de Logística y Ayuda Humanitaria: disponer de apoyo logístico, material y profesional para lograr la atención ágil y oportuna; otorgar ayuda humanitaria a través

de los promotores de cada sub sector. Coordinar con servicios generales sobre las unidades y maquinaria requerida por el COE.

- Módulo de Comunicaciones y Prensa: producción y difusión de materiales, notas de prensa, comunicados; elaborar notas de prensa, síntesis informativa; proporcionar información a los medios de comunicación del distrito y de la provincia.
- Módulo de Monitoreo y Vigilancia: monitoreo y análisis del comportamiento del cauce de la torrentera de Chullo principalmente en la parte alta del distrito; informar de la ubicación exacta de la zona y puntos notables en emergencia.

Tabla 50

*Plan de Respuesta a la Emergencia: Fase Preparación*

Fase	Actividades	Responsable	Recursos
Preparación	Sensibilización a la población sobre condiciones de riesgo.	Oficina de Defensa Civil MDC.	Personal capacitador.
	Adquisición y entrega de equipos de radio a los agentes sociales.	Oficina de Defensa Civil MDC.	Personal y movilidad para transporte.
	Adquisición de equipos (motobombas, guantes, mangueras, botas, linternas, etc.) para el uso de las brigadas.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de logística.	Personal y movilidad para transporte.
	Capacitación en la gestión reactiva al personal del Centro de operaciones de Emergencia (COE)	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Personal capacitador.
	Limpieza de los cauces de las torrenteras y drenajes pluviales.	Oficina de Defensa Civil MDC.	Maquinaria y obreros.
	Colocación de letreros de zona de Riesgo Alto ante inundaciones.	Gerencia de Gestión Ambiental.	Confección de letreros y paneles.
	Identificar canteras de tierra y rocas, así como maquinaria, para colocar barreras de protección.	Oficina de Defensa Civil MDC.	Maquinaria y operadores.

Tabla 51

*Plan de Respuesta a la Emergencia: Fase Alerta Temprana*

Fase	Actividades	Responsable	Recursos
Alerta Temprana	Establecer nexo permanente con SENAMHI para el conocimiento de cambios de alerta.	Of. de Defensa Civil MDC. Módulo de comunicaciones.	Teléfono, radio, página web.
	Monitoreo permanente de las zonas afectadas en coordinación con el COE.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Camioneta, linternas, Handies.
	Emisión de alertas por los medios de comunicación radial.	Of. de Defensa Civil MDC. Módulo de comunicaciones.	Radio, página web.
	Establecer una red de comunicaciones entre los miembros del COE.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Personal capacitador.

Tabla 52

*Plan de Respuesta a la Emergencia: Fase Atención de la Emergencia*

Fase	Actividades	Responsable	Recursos
Atención de la Emergencia	El COE gestionará información real y oportuna de diferentes fuentes; a fin de contribuir a la oportuna toma de decisiones por parte de las Autoridades.	Alcalde. Jefe de la Oficina de Defensa Civil MDC.	Personal
	Implementación de la sala de toma de decisiones.	Oficina de Defensa Civil MDC.	Personal y movilidad para transporte.
	Identificación y registro cualitativo y cuantitativo de la extensión, gravedad y localización de la emergencia.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de monitoreo y vigilancia.	Personal y movilidad para transporte.

## **7.4. Plan de rehabilitación y recuperación.**

### **7.4.1. Objetivo general y específicos.**

#### *Objetivo general.*

Orientar las acciones de recuperación y rehabilitación ante la ocurrencia de emergencias o desastre por lluvias intensas e inundaciones que se produzcan en el sector de estudio.

#### *Objetivos específicos.*

- Rehabilitar la infraestructura, los servicios básicos afectados a fin de lograr restablecimiento de las actividades en el sector de estudio.
- Proyectar la reconstrucción para la recuperación de las relaciones sociales y productivas bajo nuevas y mejores condiciones de seguridad en el sector de estudio; evitando volver a la situación anterior de riesgo.

### **7.4.2. Ámbito.**

Las urbanizaciones y pueblos que conforman el Sector torrentera de Chullo: Urb. Mirasol de Cayma hasta puente Concordia.

### **7.4.3. Estructura y organización.**

El alcalde de la Municipalidad de Cayma, preside y dirige el plan de rehabilitación y recuperación; tiene a la Secretaria Técnica de Defensa Civil como órgano planificador y organizativo; tiene como órgano ejecutor al Módulo de Operaciones y Coordinación que está a cargo de la Gerencia de Desarrollo Urbano; la oficina de planificación y presupuesto priorizará presupuesto para la reconstrucción.

### **7.4.4. Funciones.**

- Alcalde de la Municipalidad de Cayma: dispone el retorno a la normalidad cuando la emergencia haya sido superada.

- Secretaria Técnica de Defensa Civil: planifica, conduce y controla las actividades de rehabilitación y recuperación.
- Módulo de Operaciones y Coordinación: efectúa el mantenimiento de infraestructura pública afectada; coordina con SEDAPAR, SEAL, el restablecimiento de los servicios básicos; coordina con la Junta de Usuarios de Riego la recuperación de los canales de regadío afectados; evalúa e informa el estado de la infraestructura pública luego del desastre y propone proyectos de inversión pública de reconstrucción.

Tabla 51

*Plan de Rehabilitación y Recuperación: Fase Restablecimiento de servicios públicos básicos e infraestructura*

Fase	Actividades	Responsable	Recursos
Restablecimiento De Servicios Públicos Básicos E Infraestructura	Restablecimiento de transporte y comunicaciones.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Maquinaria, personal obrero y técnico.
	Restablecimiento de servicio de agua y saneamiento.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Maquinaria, personal obrero y técnico.
	Restablecimiento del servicio de energía eléctrica y telecomunicaciones.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Maquinaria, movilidad, personal obrero y técnico.
	Restablecimiento del servicio de edificaciones públicas.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Maquinaria, personal obrero y técnico.
	Restablecimiento del servicio de educación.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Maquinaria, personal obrero y técnico.
	Estabilidad y/o demolición de edificaciones, remoción y manejo de escombros.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones	Maquinaria y personal obrero y técnico.
	Manejo de residuos sólidos.	Gerencia de Gestión Ambiental.	Maquinaria y personal obrero y técnico.
	Retiro de sacos terreros	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de operaciones.	Maquinaria y personal obrero.

Tabla 52

*Plan de Rehabilitación y Recuperación: Fase Continuidad de servicios*

Fase	Actividades	Responsable	Recursos
Continuidad de Servicios	Promover la participación y coordinación rápida con las empresas prestadoras de servicios.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de comunicaciones.	Radio, teléfono, pagina web...

Tabla 53

*Plan de Rehabilitación y Recuperación: Fase Normalización progresiva de los medios de vida*

Fase	Actividades	Responsable	Recursos
	Restablecimiento del transporte y servicios básicos.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de comunicaciones.	Personal profesional y técnico.
Normalización progresiva de los medios de vida	Evaluación técnica, profesional del estado de la infraestructura de transporte.	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de comunicaciones.	Personal profesional y técnico.
	Descolmatación de torrentera de Chullo con maquinaria	Oficina de Defensa Civil MDC. Módulo de comunicaciones.	Personal técnico, obrero y maquinaria.

## 7.5. Implementación de Proyectos Estratégicos

**EJE ESTRATÉGICO:**  
“INFRAESTRUCTURA”

**NOMBRE DEL PROGRAMA:** “AMPLITUD DE LOS PUENTES EN EL SECTOR URB. MIRASOL DE CAYMA – PUENTE CONCORDIA”

**NOMBRE DEL PROYECTO:** “Redimensionamiento y reemplazo de puentes existentes en el cauce de la torrentera del sector de estudio, a través de la construcción de puentes con sección y tolerancia apropiada según la delimitación de la faja marginal del ANA”.

**ANTECEDENTES:**

La ANA, en el estudio de delimitación de la faja marginal de la torrentera de Chullo, realizó el cálculo del caudal de caudal máximo de 40.0 m<sup>3</sup>/seg a 52.74 m<sup>3</sup>/seg.

El diseño del encauzamiento actual de 5m de ancho y 15m<sup>2</sup> de sección, soporta un caudal máximo de 41.96 m<sup>3</sup>/seg. Los 07 puentes existentes en el sector de estudio tienen secciones que oscilan entre 6.08m<sup>2</sup> y 12.16m<sup>2</sup>, ninguno soporta el caudal máximo estimado por el ANA. Se convertirán en obstrucciones del libre paso del caudal originando diques que favorecerán el desborde la torrentera.

El ANA estableció la faja marginal con un ancho mínimo de 13m; los 07 puentes existentes en el sector de estudio tienen anchos que oscilan entre 2.2m y 6.0m, ninguno llega al ancho mínimo de la faja marginal establecido por el ANA.

**OBJETIVO:**

Contar en el sector de estudio con puentes que permitan el flujo del caudal máximo establecido por el ANA, cuyas medidas y sección tengan la tolerancia adecuada para evitar obstrucciones y desborde de la torrentera de Chullo.

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

Demolición de los 06 puentes de uso público existentes en el sector de estudio. El puente de uso privado existente no se incluye en el presente, ya que este debe ser demolido con recursos privados.

Construcción de 06 puentes de uso público existentes en el sector de estudio, deberán tomar en cuenta la faja marginal y el caudal máximo establecido por el ANA.

02 de estos puentes, denominados arquillos, son de sillar, en la elaboración del perfil técnico deberá intervenir el Ministerio de Cultura.

**UBICACIÓN:**

Distrito: Cayma

Provincia y Departamento: Arequipa

**ACCIONES:**

Elaboración del perfil de inversión y expediente técnico.

**ACTORES CLAVES y FUENTES DE FINANCIAMIENTO:**

Municipalidad Distrital de Cayma

Municipalidad Distrital de Cerro Colorado

Municipalidad Distrital de Yanahuara

Municipalidad Provincial de Arequipa

MINAGRI. Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Ministerio de Vivienda y Construcción. Reconstrucción con cambios.

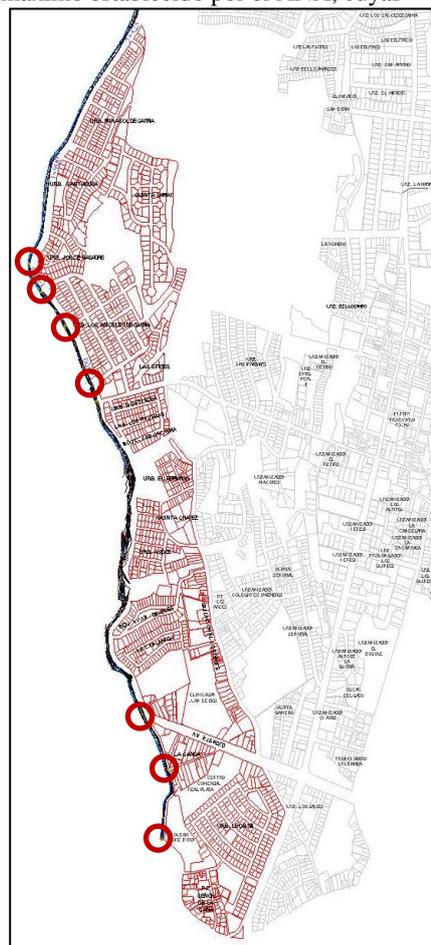
**INVERSIÓN ESTIMADA:**

Estudios: S/ 300,000.00 soles.

Obras: S/ 6'000,000.00 soles.

**PLAZO DE EJECUCIÓN:** Mediano Plazo

**POBLACIÓN BENEFICIADA:** Beneficia a la población total del sector de estudio; asimismo a la población de los distritos de Cayma, Cerro Colorado, Yanahuara



**EJE ESTRATÉGICO:**

“RECUPERACIÓN AMBIENTAL”

**NOMBRE DEL PROGRAMA:**

“FORESTACIÓN EN ÁREAS DE CUENCA DE LA TORRENTERA DE CHULLO” (SEMBRADO DE CCAPO)

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

“Recuperación de las áreas ocupadas ilegalmente con posesionamientos con intencionalidad urbana, en la Zona de Amortiguamiento de la RNSAB, para ser convertidas en un Bosque Montano 2”.

**ANTECEDENTES:**

En la zona de amortiguamiento de la Reserva de Aguada Blanca del distrito de Cayma, se desarrollan actividades no compatibles para esta zona de protección: explotación indiscriminada de especies vegetales como la yareta, ccapo; posesionamientos informales con pretensiones urbanas

Según SERFOR, son 1,045 Has correspondientes a la zona de amortiguamiento de la RNSAB, que han sido ocupados por posesionamientos ilegales.

**OBJETIVOS:**

Reducir la escorrentía superficial y erosión del suelo en el área de cauce - zona tributaria de origen y alimentación de las quebradas afluentes de la torrentera de Chullo; a través de la forestación.

Recuperación de la flora de la RNSAB y activación del sistema natural de protección contra inundaciones y erosión del suelo.

Proteger las especies de flora oriunda de esta zona, evitando el desarrollo de actividades incompatibles que degradan la zona.

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

Forestación con especies oriundas: bosques de queñuales, tara, ccapo, yareta, cactáceas.

Implementación de circuitos peatonales para la contemplación y turismo.

**UBICACIÓN:**

Zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Distrito de Cayma.

**ACCIONES:**

Elaboración del perfil de inversión y expediente técnico.

Priorización en Presupuesto Participativo

**ACTORES CLAVES:**

Municipalidad Distrital de Cayma

Gobierno Regional de Arequipa

SERNAM. SERFOR

**INVERSIÓN ESTIMADA:**

Estudios: S/ 200,000.00 soles.

Obras: S/ 2'000,000.00 soles.

**PLAZO DE EJECUCIÓN:**

Largo Plazo

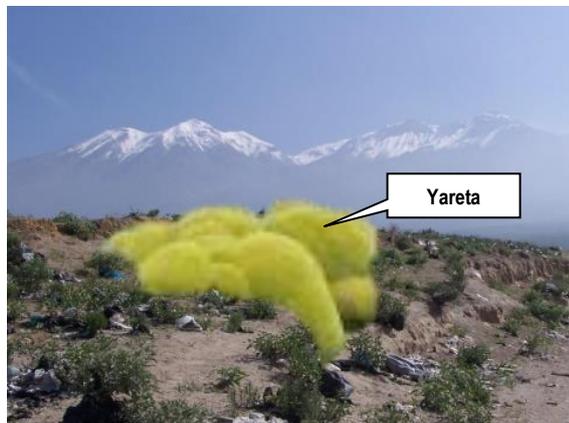
**FUENTES DE FINANCIAMIENTO:**

Municipalidad de Cayma

Gobierno Regional

**POBLACIÓN BENEFICIADA:**

El proyecto beneficiará a la población del distrito en general, de la ciudad y la Región de Arequipa.



**EJE ESTRATÉGICO:**  
“INFRAESTRUCTURA”

**NOMBRE DEL PROGRAMA:** “INTERCEPTACIÓN EN LA ZONA URBANA ALTA DE CAYMA”

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Rediseño de vías en mejoramientos viales, incluyendo la variable de retención; colocando las bermas con vegetación a un nivel inferior del bombeo de los asfaltos y pavimentos.

**ANTECEDENTES:**

En la zona urbana alta de Cayma, el suelo se ha vuelto prácticamente impermeable, debido a la pavimentación de las vías, incrementándose la escorrentía superficial hacia las partes bajas del distrito.

Durante los procesos pluviales las vías se han convertido en canales de agua, conduciendo la totalidad del agua hacia la zona baja del distrito a través de las mismas vías o a través de las torrenteras, ocasionando problemas de inundación principalmente en las partes bajas del distrito.

En los mejoramientos viales que se vienen realizando en el distrito de Cayma, predomina el pavimento, en desmedro de las áreas de jardines. Incluso en las bermas donde podría implementarse jardines, se vienen encementando.

**OBJETIVO:**

Reducir el escurrimiento superficial aguas abajo, a través de la interceptación de agua pluvial en los jardines y bermas de las vías de la zona alta del distrito de Cayma.

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

Modificar el diseño de los mejoramientos viales en el distrito de Cayma, cambiando el patrón actual de encementar las bermas, convirtiéndolas en áreas de vegetación y jardín.

Las áreas de berma – jardín, deberán estar a un nivel más bajo del bombeo de la pista y de la vereda, de manera que el escurrimiento de la pista y vereda se derive a estas áreas de vegetación, que interceptarán agua pluvial disminuyendo la escorrentía superficial hacia las partes bajas del distrito.

Se reemplazará paulatinamente las bermas pavimentadas por las bermas con vegetación

**UBICACIÓN:** Zona urbana alta del distrito de Cayma.

**ACCIONES:**

En la elaboración de perfiles de inversión y expedientes técnicos de mejoramientos y mantenimientos viales, se deberá tomar en cuenta la presencia de bermas con vegetación.

**ACTORES CLAVES:**

Municipalidad Distrital de Cayma  
Sociedad civil organizada

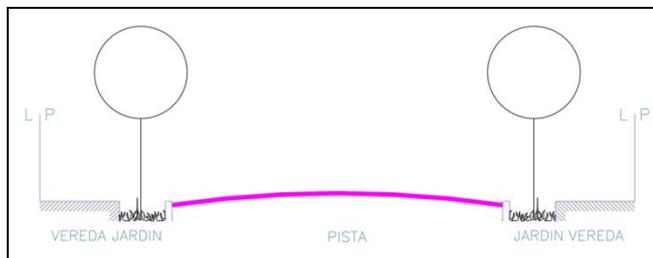
**INVERSIÓN ESTIMADA:**

Estudios: S/ 300,000.00 soles.  
Obras: S/ 6'000,000.00 soles.

**FUENTES DE FINANCIAMIENTO:**

**PLAZO DE EJECUCIÓN:** Mediano Plazo

**POBLACIÓN BENEFICIADA:** Beneficia a la población del distrito de Cayma, especialmente a la zona urbana baja del distrito.



**EJE ESTRATÉGICO:**  
“INFRAESTRUCTURA”

**NOMBRE DEL PROGRAMA:** “AMPLITUD DEL CAUCE EN EL SECTOR URB. MIRASOL DE CAYMA – PUENTE CONCORDIA”

**NOMBRE DEL PROYECTO:** “Construcción de muros de encauzamiento tomando en cuenta la ubicación del establecimiento de la faja marginal elaborada por el ANA de Octubre 2018”.

**ANTECEDENTES:**

En el sector de estudio existe una vía paralela al encauzamiento de la torrentera de Chullo; tiene una longitud de 1864 m que comprende un área de 7 456 m<sup>2</sup> de vías urbanas con pistas, veredas, bermas, dentro de la faja marginal establecida por el ANA.

En el evento pluvial del 26/02/2016, parte del encauzamiento existente en el sector de estudio, fue derrumbado debido a un caudal superior al que pudo soportar el encauzamiento de 5m actual; un año después los muros de encauzamiento fueron restituidos en su misma posición autorizada por el ANA; recién el 2018 el ANA en convenio con la municipalidad de Cayma realiza la delimitación de la faja marginal en la torrentera de Chullo, estableciendo como intangible 4m adicionales a ambos lados del encauzamiento actual.

La ANA, en el estudio de delimitación de la faja marginal de la torrentera de Chullo, realizó el cálculo del caudal de caudal máximo de 40.0 m<sup>3</sup>/seg a 52.74 m<sup>3</sup>/seg.

El diseño del encauzamiento actual de 5m de ancho y 15m<sup>2</sup> de sección, soporta un caudal máximo de 41.96 m<sup>3</sup>/seg. Es factible que se pueda generar un caudal superior a 41.96 m<sup>3</sup>/seg., según los cálculos de la propia ANA, por tanto se hace necesario que el encauzamiento de la torrentera en el sector de estudio sea ampliado.

**OBJETIVO:**

Ampliar el cauce de la torrentera de Chullo, según la delimitación de la faja marginal establecida por el ANA; que considera 13 m de ancho como mínimo.

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

Demolición de los 1864 m de muros de encauzamiento existentes que quedaron dentro de la faja marginal establecida por el ANA.

Construcción de 1864 m de muros de encauzamiento en la ubicación establecida por el ANA en el estudio de delimitación de la faja marginal.

Traslado de las redes de servicios públicos: agua, desagüe, electricidad, telecomunicaciones, que esté dentro del área de cauce y faja marginal.

**UBICACIÓN:** Sector torrentera de Chullo: Urb. Mirasol de Cayma hasta puente La Concordia.

**ACCIONES:**

Elaboración del perfil de inversión y expediente técnico.

**ACTORES CLAVES y FUENTES DE FINANCIAMIENTO:**

Municipalidad Distrital de Cayma  
Municipalidad Distrital de Cerro Colorado  
Municipalidad Provincial de Arequipa  
MINAGRI. Autoridad Nacional del Agua (ANA)  
Ministerio de Vivienda y Construcción.



**INVERSIÓN ESTIMADA:** Para la edificación de los 140.70 m de muro de encauzamiento derrumbados el 26/02/2016, la Municipalidad de Cayma destinó s/. 884,739.76 soles; para hacerlo de los 1864 m que conforman el sector de estudio se requerirá aprox. 11'721,072.58 soles.

Estudios: S/ 350,000.00 soles.

Obras: S/ 11'700,000.00 soles.

**PLAZO DE EJECUCIÓN:** Mediano y Largo Plazo.

**POBLACIÓN BENEFICIADA:** Beneficia a la población total del sector de estudio.

## **7.6. Validación, Implementación, Seguimiento y Evaluación del Plan de Gestión**

### **7.6.1. Validación del plan.**

*Presentación pública.* En acto público el titular de la entidad en este caso el Alcalde presentará el documento preliminar a los actores participantes, a fin de recibir sugerencias y recomendaciones a ser incorporadas en el documento final. Es importante señalar que la versión preliminar deberá ser difundida previamente para facilitar los aportes y la legitimidad social.

*Aprobación Oficial.* El Equipo Técnico de Trabajo, hará entrega a la Autoridad, del documento final, solicitando su aprobación, la Autoridad dispondrá que las Oficinas pertinentes revisen el documento y elabore un informe técnico, paralelamente lo somete a la consideración del Equipo Técnico de Trabajo, con la opinión favorable procede a solicitar su aprobación por parte del Concejo Municipal.

*Difusión del Plan.* Aprobado formalmente el Plan de Mitigación del Riesgo de Inundación debe ser difundido por medios de comunicación masivo a la población. El Alcalde remitirá el documento final y una copia de la Resolución Distrital a la Presidencia del Consejo de Ministros en calidad de órgano Rector del SINAGERD con copia al CENEPRED.

### **7.6.2. Implementación del plan.**

*Institucionalización de la Propuesta.* Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en las funciones de las dependencias de los Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales y Sectores (TUPA, ROF, MOF). Aplicación del Reglamento de Habilitaciones Urbanas y Edificaciones (medidas restrictivas y condicionantes para las edificaciones). Ejecución de los programas, actividades proyectos y acciones.

*Asignación de Recursos.* Mecanismos sostenibles para garantizar la existencia de recursos financieros para la implementación del Plan de Mitigación del Riesgo por inundación. Las diferentes formas de financiación no son excluyentes. Para la

implementación de Planes de Mitigación de Riesgos de Desastres, que involucren la participación de más de un distrito, provincia, región o de la participación de una entidad pública, deberán de generarse Convenios entre las partes involucradas.

### **7.6.3. Seguimiento y evaluación del plan.**

La ejecución de los planes debe activar mecanismos de seguimiento y evaluación, básicamente, para disponer de la información y programar las medidas correctivas en los programas, actividades, proyectos y acciones e incluso en la misma visión de desarrollo. En general, se trata de ajustar las medidas a las nuevas condiciones, para la obtención de los objetivos.

El espacio para seguir, evaluar y retroalimentar el Plan de Mitigación del Riesgo por inundación, es cuando se desarrollen talleres y/o actividades de Rendición de Cuentas, generalmente sucede en los presupuestos participativos. Según la ley 28056 - Ley Marco del Presupuesto Participativo, Art. 8, 11; Decreto Supremo N° 142-2009-EF - Reglamento de la Ley Marco del Presupuesto Participativo, Art. 10.2; el presupuesto participativo tiene por objeto asegurar la participación de la sociedad civil en el proceso de programación participativa del presupuesto en armonía con el plan de desarrollo concertado (PDC), que en el caso del distrito de Cayma, articula los planes de gestión: plan urbano distrital, plan de desarrollo urbano, planes de gestión de riesgos, como instrumentos orientadores de la inversión, priorización, asignación y ejecución de los recursos; la rendición de cuentas obliga al titular de informar respecto a los avances de los acuerdos logrados en la programación participativa así como del presupuesto total de la entidad; el presupuesto participativo constituye un espacio de concertación que permite también la evaluación de los avances, logros, retroalimentación, del PDC y los planes de gestión, incluidos los de gestión de riesgo.

## Capítulo VIII: Conclusiones

### 8.1. Conclusiones

La pregunta principal de la investigación que dio origen a la hipótesis general de la investigación fue: ¿Qué estrategias para un plan de gestión de mitigación de riesgo por inundación deben adoptarse en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma? Como resultado de la investigación se validó la hipótesis general y se formuló un plan de gestión de mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - puente Concordia) distrito de Cayma, el cual contiene en su propuesta: ejes estratégicos, programas y proyectos; con el objetivo principal de implementar las acciones conducentes a la mitigación del riesgo de inundación en el sector de estudio, adoptando medidas para la reducción del peligro y de la vulnerabilidad y por ende del riesgo.

El Eje estratégico 1 denominado “Recuperación ambiental”, tiene como objetivo, reducir la amenaza de inundación, reactivando el sistema ecológico - natural de control de erosión del suelo y reducción de escorrentía superficial en el área de cuenca y zona tributaria de origen de las quebradas afluentes de la torrentera de Chullo; con las siguientes estrategias: forestación intensiva en la parte alta del distrito, la alimentación del acuífero subterráneo y la conservación de las áreas agrícolas de campiña.

El Eje Estratégico 2 denominado “Infraestructura” tiene como objetivo, reducir el riesgo y la vulnerabilidad, a través de la construcción de infraestructura que otorgue seguridad a la población; con las siguientes estrategias: tomar en cuenta en los proyectos de inversión pública la delimitación de la faja marginal del ANA, promover proyectos de interceptación y almacenamiento de agua pluvial en la parte alta del distrito, retiro de infraestructura pública y privada edificada en el cauce y en la faja marginal.

El Eje Estratégico 3 denominado “Instrumentos de gestión y monitoreo” tiene como objetivo, contar con los instrumentos de gestión y de monitoreo apropiados que incluyan políticas de gestión de riesgo por inundación que permitan la planificación e intervenciones que garanticen la seguridad ante el riesgo por inundación en el sector de estudio; con las siguientes estrategias: adecuar, elaborar, aprobar, implementar, paulatinamente los instrumentos de gestión municipal, acordes al riesgo por inundación; implementar sistemas de alerta, monitoreo y acceso a información, que permitan la planificación y toma de decisiones rápidas.

El Eje Estratégico 4 denominado “Social, educativo” tiene como objetivo, capacitar, concientizar, organizar, preparar a la población, para reducir la vulnerabilidad social, ante el riesgo por inundación; con las siguientes estrategias: educar, concientizar, a los ciudadanos del distrito sobre gestión de riesgo por inundación; mejorar la comunicación entre las entidades públicas y la organización social de las urbanizaciones que conforman el sector de estudio.

El plan de gestión planteado, incluye: El Plan de Respuesta a la emergencia con el objetivo de orientar las acciones de respuesta inmediata ante la ocurrencia de emergencias o desastre por lluvias intensas e inundaciones que se produzcan en el sector de estudio. El Plan de rehabilitación y recuperación, con el objetivo de orientar las acciones de recuperación y rehabilitación con posterioridad a la ocurrencia de emergencias o desastre por lluvias intensas e inundaciones que se produzcan en el sector de estudio.

Los resultados de la investigación confirman la primera hipótesis específica respecto a la amenaza de inundación en el sector de estudio: Se ha incrementado la frecuencia e intensidad de los fenómenos pluviales en el período 2006-2017 en nuestra ciudad y en el distrito de Cayma; el calentamiento global y el cambio climático han contribuido a ello, el SENAMHI el día 08 de Febrero de 2013 en la estación La Pampilla registró una lluvia

extraordinaria de 124.5 mm; asimismo el día 26 de febrero de 2016 se generó una precipitación que desencadenó daños de consideración precisamente en el sector torrentera de Chullo Urb. Mirasol – puente Concordia; los datos confirman una frecuencia de eventos pluviales de intensidad extraordinaria de hasta tres años de recurrencia. En el sector de estudio existen 07 puentes construidos sobre el cauce de la torrentera de Chullo, tienen secciones que oscilan entre 6.08 m<sup>2</sup> a 12.16 m<sup>2</sup> de sección, ninguno de ellos soporta el paso de un caudal posible de 40 m<sup>3</sup>/seg calculado por el ANA, por ende, estos puentes se convertirán en obstructores del libre paso del caudal originando diques que favorecerán el desborde de la torrentera. Parte de la faja marginal de la torrentera de Chullo en el sector de estudio está ocupada por 7 456 m<sup>2</sup> de vías urbanas con pistas, veredas, bermas; encontramos 1864 m de redes de agua y desagüe, 1864 m de redes de electricidad y telefonía, que pasan dentro de la faja marginal y por dentro del cauce. Otra amenaza no considerada en la hipótesis, pero de relevancia, encontrada en la investigación consiste en que parte del sector de estudio tienen niveles topográficos inferiores al nivel del encauzamiento de la torrentera de Chullo, con inminente riesgo por inundación; adquiere notoriedad la configuración topográfica desde la Urb. Boulevard Los Arces aguas abajo, ya que la topografía hace una concavidad – depresión hacia el sur este, hablamos de la urbanización antes mencionada, así como las urbanizaciones La Explanada, La Canoa, zona comercial en la Av. Ejército, Urb. León XIII, Pueblo tradicional Señor de la Caña; los edificios con sótanos y semisótanos existen exacerban la amenaza por inundación en el sector de estudio.

Los resultados de la investigación confirman la segunda hipótesis específica respecto a la vulnerabilidad. En el sector de estudio continúa la tendencia de incremento de la densificación urbana, en la actualidad el 26% de lotes tienen edificios de vivienda y comercio con alturas de edificación de 4 pisos a más. El 96% de la población en este sector no conoce de la existencia de algún instrumento de gestión de riesgo por inundación; asimismo en un

50% no hay coordinación entre las organizaciones locales y los gobiernos local y regional, además el 47% de las organizaciones locales tienen poca coordinación con el gobierno local y regional, las organizaciones locales no conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación y no participan en los espacios de concertación. El 97% de la población del sector de estudio escasamente o no desarrolla ningún tipo de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación. Los datos nos demuestran que las políticas públicas institucionales de gestión de riesgo por inundación no llegan a la población, asimismo la organización social de respuesta y recuperación frente a riesgo por inundación, es mínima. Los factores antes mencionados incrementan la vulnerabilidad en el sector de estudio.

Los resultados de la investigación validan la tercera hipótesis específica respecto a los daños y desastre por inundación en el sector de estudio. A consecuencia del evento pluvial de febrero del año 2016 se registraron daños en la infraestructura pública, con pérdidas materiales y económicas, en el sector de estudio, específicamente en las Urbanizaciones Los Ángeles de Cayma, AVIDGE y Boulevard Los Arces; resultaron derrumbados un total de 140.70 m de muros de encauzamiento, así mismo asfaltos, veredas, bermas, redes de agua y desagüe; también fueron afectados los puentes La Concordia y Pancho Fierro. La reconstrucción de la infraestructura antes mencionada significó una inversión pública estimada de s/. 1'400,000.00 soles, ejecutado a través de la Municipalidad Distrital de Cayma. También se registraron daños en infraestructura privada, colapsaron 02 viviendas y 01 fue afectada; no se registraron muertes, hubo dos familias damnificadas.

## **8.2. Contribuciones Teóricas**

El presente trabajo refuerza lo indicado por Lavell (1999) al asegurar que la construcción de las ciudades, genera cambios en los sistemas ecológicos originarios, la conversión de suelos en urbanos significa el retiro de la cobertura vegetal y reemplazo por

obras de cemento, asfalto, volviendo el suelo impermeable; esto genera incremento de la escorrentía superficial aguas abajo generando amenaza de desborde de los caudales e inundación. Confirma los estudios de Fernández-Dávila y Benites (1999), habiéndose estudiado las torrenteras en Arequipa y precisamente la de Chullo en esa oportunidad, asegura que son los puentes existentes sobre el cauce, mal diseñados y con secciones muy reducidas, la principal amenaza por inundación, al convertirse en obstructores del libre tránsito del caudal.

Esta validación es importante a la luz de los planteamientos hechos por varios investigadores: López, L. (2019), Iturralde, M. (2018), Blaikie, P. (1996), Sedano R. (2013), Ribera Ll. (2004), Fernández, M. (2018), como resultado de sus investigaciones nos sugieren acciones que posibilitan la mitigación del riesgo por inundación, entre ellas: La construcción de diques o represas de almacenamiento, en las partes altas de la cuenca, retardando y evitando el flujo hacia las partes bajas. La forestación de las cuencas, ya que disminuyen drásticamente la escorrentía superficial aguas abajo; así como la retención e incorporación de agua pluvial en el acuífero subterráneo. La zonificación de la tierra, evitando la densificación en zonas con riesgo alto. La activación de sistemas de alerta temprana. La elaboración de mapas de riesgo, que permitan tener identificadas las zonas con riesgo de inundación principalmente aquellas áreas con depresión topográfica proclives a inundación. Emisión fluida de información de parte de las instituciones y entidades de investigación, que brindan información climática e hidrológica.

### **8.3. Contribuciones Prácticas**

Los resultados obtenidos, proveen información valiosa para la sociedad, en especial para la población que habita en el sector torrentera de Chullo del distrito de Cayma, así como para las entidades que por mandato de la ley tienen competencias respecto a la gestión para mitigación de riesgo de desastres; la presente investigación ha seguido la estructuración

metodológica del manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales y las fases para la elaboración de los planes de prevención y reducción del riesgo de desastres establecidas por el CENEPRED en la Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, por tanto la MDC podrá adoptar el plan de gestión formulado en la presente investigación; para su validación e implementación, continuando el procedimiento normativo antes mencionado.

El aporte principal de la presente investigación es la obtención de una propuesta de plan de gestión que posibilita la mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – puente Concordia), de esta manera se está contribuyendo a la seguridad, bienestar y desarrollo sostenible del sector de estudio y del distrito de Cayma.

#### **8.4. Recomendaciones**

La Municipalidad distrital de Cayma (MDC) debe presentar en acto público el plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación, propuesto en la presente investigación; a consideración de los espacios de coordinación y concertación; con el fin de legitimarlo en la sociedad y validar su aprobación. Se deberá efectuar la difusión del plan, a través de programas educativos, propiciando la sensibilización de la población.

La MDC deberá involucrar la participación de la población y sociedad civil organizada, en la coordinación, obtención de sugerencias y toma de decisiones para la implementación del plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación propuesto; a través de los mecanismos disponibles para su participación, el proceso del presupuesto participativo es un espacio que puede ser aprovechado para este fin.

Se deberá priorizar a través de los agentes participantes, en el proceso participativo del presupuesto, los recursos para la ejecución e implementación de los programas y proyectos, propuestos en el plan de gestión para mitigación de riesgos por inundación, de la presente investigación.

## Referencias

- AQPLAN21. (2001). *Municipalidad Provincial de Arequipa, elaboración del Plan Director de Arequipa Metropolitana* [Ortofotos].
- [ANA] Autoridad Nacional del Agua en convenio con la Municipalidad Distrital de Cayma (2018). *Delimitación faja marginal, quebrada Azufral y quebrada tributaria*. Arequipa.
- [ANA] Autoridad Nacional del Agua en convenio con la Municipalidad Distrital de Cayma (2018). *Delimitación faja marginal, quebrada Pasto Raíz y quebrada tributaria*. Arequipa.
- [ANA] Autoridad Nacional del Agua en convenio con la Municipalidad Distrital de Cayma (2018). *Delimitación faja marginal, quebrada el Chullo* [Figura]. Arequipa.
- [ANA] Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua*. Recuperado de [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rof\\_ds018.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rof_ds018.pdf)
- Blaikie, P., Cannon, T., David, I., y Wisner Ben. (1996). *Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres*. Recuperado de [http://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-cap06\\_Inund\\_sep-09-2002.pdf](http://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-cap06_Inund_sep-09-2002.pdf)
- [CENEPRED] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2013). *Glosario de Términos sobre Gestión del Riesgo de Desastres en los componentes de la Gestión Prospectiva y Correctiva*. Recuperado de <https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/glosario>
- [CENEPRED] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2013). *Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres*. Recuperado de [https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS\\_REDUCCI%C3%93N.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS_REDUCCI%C3%93N.pdf)
- [CENEPRED] Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales*. Recuperado de [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)
- [CONAM] Consejo Nacional del Ambiente. 1999. Perú: *Vulnerabilidad Frente al Cambio Climático. Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño*. Primera edición. Lima: CONAM.

- Convenio Instituto Nacional de Defensa Civil - Universidad Nacional de San Agustín. (2001). *Mapa de peligros y lineamientos para el plan de usos del suelo de la ciudad de Arequipa*. Arequipa, Perú. Julio 2011.
- [COSUDE] Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. (2006). *Metodología para la elaboración de una línea de base, generación de mapas temáticos y análisis de riesgos*. Recuperado de <http://cebem.org/wp-content/uploads/2014/12/1-6-eje06.pdf>
- [CPTEC/INPE] Centro de Predicción de Tiempo y Estudios Climáticos. (s.f.). Líneas de corriente en 250 hPa mostrando la Alta de Bolivia [Figura]. Brasil. Recuperado de [http://climanalyse.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fig1\\_17.html](http://climanalyse.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fig1_17.html)
- Cruz, R. (2007). *Gestión de Riesgo por Inundación en Asentamientos Populares en el distrito Mariano Melgar*. (Tesis de maestría). UNSA, Arequipa, Perú.
- Decreto Supremo N°022-2016-VIVIENDA que aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible. *Diario el Peruano*. Perú, 24 de diciembre de 2016.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. SINAGERD. (2011). Que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). *Diario el Peruano*, Perú, 26 de mayo del 2011. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/prevencion/wp-content/uploads/sites/89/2014/10/2.-DS-048-2011-Reglamento-Ley-29664.pdf>
- Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo [DESCO] para SERNANP- MINAM (2010). *Diversidad Biológica en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca Arequipa-Moquegua*. Lima.
- Diario La República. (9 de febrero 2013). Arequipa soportó un aluvión. Recuperado de <https://larepublica.pe/archivo/691330-arequipa-soporto-un-aluvion-hubo-cuatro-muertos-comercios-y-casas-inundados>
- Díez, A., Lain, L., Llorente, M. (2008). Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Madrid. ). Instituto geológico y minero de España. Recuperado de <http://www.igme.es/Publicaciones/publiFree/MapasPeligrosidad/Mapas%20de%20peligrosidad%20por%20avenidas%20e%20inundaciones.pdf>
- Domingo, F., Villagarcía, L. y Were, A. (2003). *¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración?: estado actual y evolución. Ecosistemas* Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k9kARA38CB4J:https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/251/247+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe>
- Fernández-Dávila, J., y Benites, A. (1999). *Inundaciones en la localidad de Arequipa ocasionadas por el ingreso de las torrenceras*. Recuperado de

[http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Arequipa/arequipa/arequipa\\_Iltor\\_renteras.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Arequipa/arequipa/arequipa_Iltor_renteras.pdf)

- Fernández, M., Méndez I. y Muñoz R. (2018). *Exposición a inundaciones en Moravia, San José, Costa Rica, Reflexiones*. Revista Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica.
- Gálvez, J. (2011). *Cartilla Técnica: Balance Hidrico Superficial, Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico SENAMHI*. Lima. Recuperado de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/balance\\_hidrico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf)
- Gálvez, J. (2011). *Cartilla Técnica: Ciclo Hidrológico, Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico SENAMHI*. Lima. [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/ciclo\\_hidrologico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf)
- Garnica, R. & Alcántara, I. (2004). *Riesgos por Inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz*. Instituto de Geografía, UNAM, Cd. Universitaria Coyoacan. México.
- Google. (s.f.). [Mapa de Distrito de Cayma-Arequipa, Perú en Google maps]. Recuperado en octubre, 2018.
- Gonzales, S. (2005). Ciudad visible versus ciudad invisible. *Territorios (pp.53-67)*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/357/35711618004.pdf>
- Guevara, E. & Cartaya, H. (1991). *Hidrología Una introducción a la Ciencia Hidrológica Aplicada*. GUECA EDICIONES. Valencia, Venezuela
- [INDECI] Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). *Manual de Estimación del Riesgo Ante Inundaciones Fluviales*. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1743/doc1743-contenido.pdf>
- [INDECI – UNSA] Instituto Nacional de Defensa Civil –Universidad Nacional de San Agustín. (2001). *Mapa de peligros y lineamientos para el plan de usos del suelo de la ciudad de Arequipa*. Recuperado de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Arequipa/arequipa/arequipa\\_V.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Arequipa/arequipa/arequipa_V.pdf)
- [INGEMMET] Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2012). *Estudio Geoambiental en la cuenca Quilca-Vítor-Chili* [Mapa]. Recuperado de [http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/203315/6c\\_Zonas\\_Criticas\\_Cuenca\\_Quilca\\_Vitor.pdf/cf9d29bf-7d36-486c-9efd-34aa743cda6c](http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/203315/6c_Zonas_Criticas_Cuenca_Quilca_Vitor.pdf/cf9d29bf-7d36-486c-9efd-34aa743cda6c)

- [INTA] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s.f.). *El Fenómeno El Niño y la Oscilación del Sur*. Recuperado de [http://climayagua.inta.gov.ar/que es el fenomeno el ni%C3%B1o](http://climayagua.inta.gov.ar/que_es_el_fenomeno_el_ni%C3%B1o)
- Iturralde, M. (2018). *Peligro de inundaciones por intensas lluvias en Cuba: Comportamientos*. Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. Cuba.
- Keipi, K., Mora, S. y Bastidas, P. (2005). *Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo*. Recuperado de <https://www.cne.go.cr/CEDO-Riesgo/docs/2845/2845.pdf>
- Kenneth Hewitt. (1996). *Daños Ocultos y riesgos encubiertos: haciendo visible el espacio social de los desastres*. Departamento de Geografía, Wilfrid Laurier University. Canada.
- Lavell, A. (1999). *Gestión de Riesgos Ambientales Urbanos*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina – LA RED. Panamá. Recuperado de <http://www.desenredando.org/public/articulos/1999/grau/GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos-1.0-sep-12-2001.pdf>
- Lavell, A. (2003). *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición*. Recuperado de <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf>
- Lavell, A. (2003). *Gestión local del Riesgo. Nociones y Precisiones en torno al Concepto y la Práctica*. CEPREDENAC-PNUD. Recuperado de <http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/brasil%2006/Material%20previo/Allangestriesg.pdf>
- Levy, A. (10 enero 2015). La Alta Boliviana. *Peru21*. Recuperado de <http://peru21.pe/opinion/alta-boliviana-2208904>
- Ley N° 29338. (2009). Ley de Recursos Hídricos. *Diario El Peruano*, 23 de marzo de 2009.
- Ley N°29664. (2011). Ley que crea El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). *Diario el Peruano*, 19 de febrero de 2011. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-crea-el-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-de-ley-n-29664-605077-1/>
- Ley N°27972. (2003). Ley Orgánica de Municipalidades. *Diario El Peruano*, 27 de mayo de 2003.
- López, L., Lozano de Poo, J., Torre, F., Rodríguez, J. y López, J. (2019). *El Ciclo Hídrico – Social de los ríos urbanos: Transformaciones al paisaje hídrico en San Luis Potosí*, México. Revista de Ciencias Ambientales. México.

- [MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. (1994). Diagnóstico de la Calidad del Agua de la Vertiente del Pacífico Cuenca del Río Quilca. Recuperado de [http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/ANA/1503/ANA0000274\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/ANA/1503/ANA0000274_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. (2003). Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Chili. “Estudio hidrogeológico”. Lima, 2003  
Recuperado de
- [MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Estudio de Delimitación de la Faja Marginal de la Quebrada Chullo en el distrito de Cayma, con Huellas Máximas.*
- [MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales.*
- [MINSA] Ministerio de Salud. (2016). *Proyecto de plan de prevención y reducción de Riesgo de desastres del ministerio de salud Frente a los efectos de las lluvias 2014-2015.*  
Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/71AED22D5D78646605257EEE0067FAC8/%24FILE/doc2572-contenido.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/71AED22D5D78646605257EEE0067FAC8/%24FILE/doc2572-contenido.pdf)
- [MINSA] Ministerio de Salud. (2016). *Proyecto de plan de prevención y reducción de Riesgo de desastres del ministerio de salud Frente a los efectos de las lluvias 2014-2015*  
[Figura]. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/71AED22D5D78646605257EEE0067FAC8/%24FILE/doc2572-contenido.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/71AED22D5D78646605257EEE0067FAC8/%24FILE/doc2572-contenido.pdf)
- [MINAM] Ministerio del Ambiente. (2014). *Todos los cactus del Perú. Introducción a las cactáceas.* Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/document.pdf>
- Municipalidad de Cayma. (1986-2013). *Expedientes de Habilitación Urbana* [Figura].
- Municipalidad de Cayma. (2017). *Plano catastral del Distrito de Cayma* [Plano].  
Subgerencia de Planeamiento, Edificaciones y Catastro
- Municipalidad de Cayma. (2015). *Plano Torrentera de Chullo del Distrito de Cayma* [Plano]. Secretaría Técnica de Defensa Civil del distrito de Cayma.
- Plan Director de Arequipa Metropolitana 2002-2015. (2002). *Municipalidad de Arequipa*, 14 de noviembre de 2002.
- Plan Urbano Distrital de Cayma 2006-2015. (2006). *Municipalidad Distrital de Cayma*, 17 de noviembre de 2006.

Resolución Ministerial N°334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos Generales para la Implementación del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres en el marco de la Ley N° 29664 y su Reglamento. *Diario el Peruano*, 13 de abril de 2012. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-lineamientos-tecnicos-del-proceso-de-estimacion-del-resolucion-ministerial-n-334-2012-pcm-883065-1/>

Reglamento de la Ley N° 29338 de Recursos Hídricos, enero de 2010

Ribera, Ll. (2004). *Los mapas de riesgo de inundaciones: representación de la vulnerabilidad y aportación de las innovaciones tecnológicas*. (pp. 153-171)

Sedano, R. (2013). *Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. (Trabajo de investigación). Universidad Politécnica de Valencia, Colombia.

Seguinot, B., Batista, J. y Sanchez, M. (2008). *Evaluación de Riesgos por Inundaciones en los Municipios de Carolina y Loiza*. Puerto Rico.

[SENAMHI] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2017). *Atlas de Erosión de Suelos por Regiones Hidrológicas del Perú*. Lima, Perú.

[SENAMHI] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s.f.). *Fenómeno El Niño. Anomalía de la temperatura superficial del mar* [Figura]. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=satelites-TSM>

[UNESCO] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2006). *Balance Hídrico Superficial del Perú a Nivel Multianual*. Documentos Técnicos del PHI-LAC N°1. Recuperado de [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI\\_Report\\_Evaluacion\\_de\\_los\\_Recursos\\_Hidricos.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI_Report_Evaluacion_de_los_Recursos_Hidricos.pdf)

[UNESCO] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2006). *Balance Hídrico Superficial del Perú a Nivel Multianual* [Figura]. Recuperado de [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI\\_Report\\_Evaluacion\\_de\\_los\\_Recursos\\_Hidricos.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI_Report_Evaluacion_de_los_Recursos_Hidricos.pdf)

Vega, L. (s.f.). *Escurrimiento* [Figura]. Recuperado de <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ESCURRIMIENTO.htm>

## Apéndice A: Encuesta de Recolección de Datos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA  
 ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
**ENCUESTA DE RECOLECCION DE DATOS**



**TESIS:** "PLAN DE GESTIÓN PARA MITIGACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN EN EL SECTOR TORRENTERA DE CHULLO (URB. MIRASOL DE CAYMA - PUENTE CONCORDIA) DISTRITO DE CAYMA 2006-2017"

### OBJETIVO DE LA ENCUESTA

Obtener los datos para determinar los niveles de vulnerabilidad, para efectos de minimizar el riesgo por inundación en el Sector Torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma – Puente Concordia).

**FECHA DE APLICACIÓN:** \_\_\_\_\_ **UBICACIÓN DEL PREDIO:** \_\_\_\_\_

### FRAGILIDAD SOCIAL

#### 1. ¿Cuál es la composición y edad de los integrantes de la familia?

Miembro	Edad	Miembro	Edad	Miembro	Edad
Padre		Suegro		Tío	
Madre		Suegra		Tía	
Hijo		Abuelo		Sobrino	
Hijo		Abuela		Sobrino	
Hija		Cuñado		Otro	
Hija		Cuñada		Otra	

#### 2. ¿Cuál su ingreso familiar mensual?

10 000 soles       5 100 soles       3 300 soles       2 000 soles       1 000 soles

#### 3. ¿Cuál es la tenencia de la vivienda?

Propia totalmente pagada       Propia, parcialmente pagada       Alquilada       Posesión       Otra forma

### RESILIENCIA SOCIAL

#### 4. ¿Cuál es la profesión del jefe de familia?

- Profesión superior, de alta productividad, oficiales de las fuerzas armadas (si tiene un rango de educación superior)
- Profesión técnica superior, medianos comerciantes o productores
- Empleado sin profesión universitaria, con técnica media, pequeños comerciantes o productores.
- Obreros especializados (con primaria completa).
- Obreros no especializados (sin primaria completa).

#### 5. ¿Cuál es el nivel de instrucción de la madre?

- Enseñanza superior o su equivalente
- Técnica superior completa, enseñanza secundaria completa, técnica media.
- Enseñanza secundaria incompleta, técnica inferior.
- Enseñanza primaria, o alfabeta (con algún grado de instrucción primaria)
- Analfabeta

#### 6. ¿Cuál es la principal fuente de ingreso de la familia?

Fortuna heredada o adquirida, renta       Ganancias o beneficios, honorarios profesionales       Sueldo mensual

#### 7. ¿Cuál es el grado de relación entre instituciones y organizaciones locales?

- No hay coordinación con los gobiernos local y regional.
- Poca coordinación entre la organizaciones local y los gobiernos local y regional.
- Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional.
- Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación.
- Hay coordinación entre la organización local y los gobiernos local y regional. Las organizaciones locales conocen los instrumentos de gestión municipal de riesgo por inundación y participan en los espacios de concertación.

#### 8. ¿Se recibió capacitación en tema de gestión del riesgo por inundación?

- La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación.
- La población está escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.
- La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.
- La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, siendo su difusión y cobertura total.
- La población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo por inundación, actualizándose y participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.

#### 9. ¿Existe conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres por inundación?

- Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.
- Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.
- Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.
- La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.

( ) Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias del riesgo por inundación.

**10. ¿Cuál es la actitud frente al riesgo por inundación?**

- ( ) Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.  
 ( ) Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población.  
 ( ) Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.  
 ( ) Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir el riesgo.  
 ( ) Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.

**11. ¿Recibieron alguna campaña de difusión sobre riesgo por inundación?**

- ( ) No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación para la población local.  
 ( ) Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.  
 ( ) Difusión masiva y poco frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.  
 ( ) Difusión masiva y frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento total de la población.  
 ( ) Difusión masiva y frecuente de diversos medios de comunicación sobre temas de gestión de riesgo por inundación, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.

**FRAGILIDAD ECONÓMICA**

**12. ¿Qué condiciones de alojamiento se tiene?**

- ( ) Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambientes de gran lujo.  
 ( ) Vivienda con óptimas condiciones sanitarias en ambientes con lujo sin exceso y suficientes espacios.  
 ( ) Viviendas con buenas condiciones sanitarias en espacios reducidos o no, pero siempre menores que en las viviendas 1y2.  
 ( ) Viviendas con ambientes espaciosos o reducidos y/o con deficiencias en algunas condiciones sanitarias.  
 ( ) Rancho o vivienda con condiciones sanitarias marcadamente inadecuadas.

**13. ¿Qué material o estructura predomina en la edificación?**

- ( ) Concreto armado con albañilería de ladrillo. ( ) Estructura metálica con dryboard.  
 ( ) Concreto armado con albañilería de sillar ( ) Sillar

**14. ¿Cuál es el estado de conservación de la edificación?**

- ( ) Muy malo: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.  
 ( ) Malo: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.  
 ( ) Regular: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.  
 ( ) Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.  
 ( ) Muy Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.

**15. ¿Cuál es la antigüedad de la edificación?**

- ( ) Más de 30 años ( ) De 20 a 29 años ( ) De 10 a 19 años ( ) De 1 a 9 años ( ) Menos de 1 año

**16. ¿Cuál es la elevación de la edificación?**

- ( ) 1 piso ( ) 2 pisos ( ) 3 pisos ( ) 4 pisos ( ) 5 pisos ( ) Mas de 5 pisos

**RESILIENCIA ECONÓMICA**

**17. ¿Cuál es el saneamiento de la propiedad?**

- ( ) Cuenta con saneamiento físico - legal ( ) No cuenta con saneamiento físico - legal

**18. ¿Cuál es el capital social?**

- ( ) La organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.  
 ( ) Las organización social tiene bastantes socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.  
 ( ) Las organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos alta y existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.  
 ( ) Las organización social tiene pocos socios. Siendo la participación de los mismos baja y no existiendo instrumentos de gestión de riesgo por inundación interna.  
 ( ) No hay organización social.

**19. ¿Cuál es la diversidad económica?**

- ( ) Los ingresos domésticos se basan exclusivamente en una sola actividad productiva.  
 ( ) Los ingresos domésticos se basan en su mayor parte en una sola actividad productiva.  
 ( ) Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas.  
 ( ) Los ingresos domésticos se basan en varias actividades productivas, en diferentes sectores económicos.  
 ( ) Los ingresos domésticos se basan en un gran número de actividades productivas, en diferentes sectores económicos de forma equilibrada.

Gracias por su colaboración

## Apéndice B: Resultados de la Encuesta

Pregunta 1 ¿Cuál es la composición y edad de los integrantes de la familia?

	0-5 Y > 65 AÑOS	6-12 Y 60- 65 AÑOS	13-15 Y 50 59 AÑOS	16-49 AÑOS	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	5	4	6	18	33
URB MIRASOL	6	7	3	14	30
URB. QUINTA SAMAY	1	2	1	13	17
URB. SANTA ELISA	1	1	1	8	11
URB. JORGE BASADRE	1	1	2	4	8
URB LAS EFIGIES	1	1	1	3	6
URB. MONTE ROSA		2	1	5	8
URB. LOS FRUTALES	2	1	1	3	7
URB. EL REMANSO	1	1	1	2	5
URB. BOULEVAR CAYMA		1	2	2	5
URB. AVIDGE	2	2	1	10	15
URB. BOULEVAR LOS ARCES	1	1	2	2	6
AV EJERCITO	3	1	1	3	8
URB LA EXPLANADA		2	1	2	5
QUINTA CHAVEZ		1	1	2	4
TRADICIONAL LOS ARCES	4	2	2	8	16
URB LEON XIII	8	6	2	10	26
PT SR DE LA CAÑA	4	1	3	6	14
LA CANOA	3	2	1	2	8
	43	39	33	117	232

Pregunta 2 ¿Cuál su ingreso familiar mensual?

	MAS DE S/10 000	S/3 300 A S/10 000	S/2000 A S/3300	MENOS DE 2000	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	2	24	3		29
URB MIRASOL	2	6	1		9
URB. QUINTA SAMAY	6	1			7
URB. SANTA ELISA	1	2			3
URB. JORGE BASADRE		2	1		3
URB LAS EFIGIES		1	1		2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		2			2
URB. EL REMANSO		2			2
URB. BOULEVAR CAYMA		2			2
URB. AVIDGE	1	4	1		6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		2			2
AV EJERCITO			1	1	2
URB LA EXPLANADA		1		1	2
QUINTA CHAVEZ		2			2
TRADICIONAL LOS ARCES		1	1	2	4
URB LEON XIII	2	41	10	2	55
PT SR DE LA CAÑA		2	1	1	4
LA CANOA		1	1		2
	14	98	21	7	140

Pregunta 3 ¿Cuál es la tenencia de la vivienda?

	PROPIA/PAGADA	FINANCIADA	ALQUILADA	POSESION	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	25	2	2		29
URB MIRASOL	6	2	1		9
URB. QUINTA SAMAY	4	3			7
URB. SANTA ELISA	3				3
URB. JORGE BASADRE	3				3
URB LAS EFIGIES	1	1			2
URB. MONTE ROSA	1	1			2
URB. LOS FRUTALES	1	1			2
URB. EL REMANSO	2				2
URB. BOULEVAR CAYMA	2				2
URB. AVIDGE	5	1			6
URB. BOULEVAR LOS ARCES	1	1			2
AV EJERCITO		2			2
URB LA EXPLANADA		1	1		2
QUINTA CHAVEZ		1	1		2
TRADICIONAL LOS ARCES	2	1	1		4
URB LEON XIII	40	13	1	1	55
PT SR DE LA CAÑA		1	2	1	4
LA CANOA		1		1	2
	96	32	9	3	140

Pregunta 4 ¿Cuál es la profesión del jefe de familia?

	OBRERO ESPECIALIZADO	EMPLEADO SIN PROFESION	TECNICA	SUPERIOR	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA			3	26	29
URB MIRASOL		1		8	9
URB. QUINTA SAMAY			2	5	7
URB. SANTA ELISA				3	3
URB. JORGE BASADRE			1	2	3
URB LAS EFIGIES			1	1	2
URB. MONTE ROSA			1	1	2
URB. LOS FRUTALES				2	2
URB. EL REMANSO				2	2
URB. BOULEVAR CAYMA				2	2
URB. AVIDGE				6	6
URB. BOULEVAR LOS ARCES	1			1	2
AV EJERCITO			1	1	2
URB LA EXPLANADA			1	1	2
QUINTA CHAVEZ			1	1	2
TRADICIONAL LOS ARCES	1	1		2	4
URB LEON XIII	1	2	12	40	55
PT SR DE LA CAÑA	1		1	2	4
LA CANOA				2	2
	4	4	24	108	140

Pregunta 5 ¿Cuál es el nivel de instrucción de la madre?

	PRIMARIA	SECUNDARIA	TECNICA	SUPERIOR	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA			4	25	29
URB MIRASOL			2	7	9
URB. QUINTA SAMAY			2	5	7
URB. SANTA ELISA			1	2	3
URB. JORGE BASADRE			2	1	3
URB LAS EFIGIES			1	1	2
URB. MONTE ROSA			1	1	2
URB. LOS FRUTALES				2	2
URB. EL REMANSO				2	2
URB. BOULEVAR CAYMA				2	2
URB. AVIDGE		1	2	3	6
URB. BOULEVAR LOS ARCES	1			1	2
AV EJERCITO			1	1	2
URB LA EXPLANADA	1		1		2
QUINTA CHAVEZ				2	2
TRADICIONAL LOS ARCES	1		1	2	4
URB LEON XIII	8	5	14	28	55
PT SR DE LA CAÑA	2		1	1	4
LA CANOA	1			1	2
	14	6	33	87	140

Pregunta 6 ¿Cuál es la principal fuente de ingreso de la familia?

	HERENCIA - RENTA	HONORARIOS	SUELDO	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA		4	25	29
URB MIRASOL		4	5	9
URB. QUINTA SAMAY		2	5	7
URB. SANTA ELISA		1	2	3
URB. JORGE BASADRE			3	3
URB LAS EFIGIES		1	1	2
URB. MONTE ROSA		1	1	2
URB. LOS FRUTALES		1	1	2
URB. EL REMANSO		1	1	2
URB. BOULEVAR CAYMA		1	1	2
URB. AVIDGE		2	4	6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		1	1	2
AV EJERCITO	1		1	2
URB LA EXPLANADA		1	1	2
QUINTA CHAVEZ		1	1	2
TRADICIONAL LOS ARCES	1	2	1	4
URB LEON XIII	1	19	35	55
PT SR DE LA CAÑA	1	2	1	4
LA CANOA		1	1	2
	4	45	91	140

Pregunta 7 ¿Cuál es el grado de relación entre instituciones y organizaciones locales?

	NO HAY COORDINACION	POCA COORDINACION	HAY COORDINACIÓN	HAY COORDINACIÓN CON PARTICIPACION	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	12	16	1		29
URB MIRASOL	3	5	1		9
URB. QUINTA SAMAY	4	3			7
URB. SANTA ELISA	1	2			3
URB. JORGE BASADRE	2	1			3
URB LAS EFIGIES	1	1			2
URB. MONTE ROSA	1	1			2
URB. LOS FRUTALES	1	1			2
URB. EL REMANSO	1	1			2
URB. BOULEVAR CAYMA	2				2
URB. AVIDGE	2	4			6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		1	1		2
AV EJERCITO	1	1			2
URB LA EXPLANADA	2				2
QUINTA CHAVEZ	1	1			2
TRADICIONAL LOS ARCES	3	1			4
URB LEON XIII	31	23	1		55
PT SR DE LA CAÑA	1	3			4
LA CANOA	1	1			2
	70	66	4	0	140

Pregunta 8 ¿Se recibió capacitación el tema de gestión del riesgo por inundación?

	NO CUENTAN CON PROGRAMAS DE CAPACITACION	ESCASAMENTE CAPACITADOS	CAPACITACIÓN CON REGULAR FRECUENCIA	CAPACITACION CONSTANTE	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	14	12	3		29
URB MIRASOL	4	5			9
URB. QUINTA SAMAY	3	4			7
URB. SANTA ELISA	1	2			3
URB. JORGE BASADRE	1	2			3
URB LAS EFIGIES	1	1			2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		2			2
URB. EL REMANSO	1	1			2
URB. BOULEVAR CAYMA	1	1			2
URB. AVIDGE	2	4			6
URB. BOULEVAR LOS ARCES	2				2
AV EJERCITO	2				2
URB LA EXPLANADA		2			2
QUINTA CHAVEZ		2			2
TRADICIONAL LOS ARCES	2	2			4
URB LEON XIII	30	24	1		55
PT SR DE LA CAÑA	1	3			4
LA CANOA	1	1			2
	66	70	4	0	140

Pregunta 9 ¿Existe conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres por inundación?

	DESCONOCEN	ESCASO CONOCIMIENTO	REGULAR CONOCIMIENTO	TIENE CONOCIMIENTO	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA		13	15	1	29
URB MIRASOL		5	4		9
URB. QUINTA SAMAY		4	3		7
URB. SANTA ELISA		2	1		3
URB. JORGE BASADRE		2	1		3
URB LAS EFIGIES		2			2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		1	1		2
URB. EL REMANSO		1	1		2
URB. BOULEVAR CAYMA	1	1			2
URB. AVIDGE	3	2	1		6
URB. BOULEVAR LOS ARCES	1		1		2
AV EJERCITO	2				2
URB LA EXPLANADA	2				2
QUINTA CHAVEZ	1	1			2
TRADICIONAL LOS ARCES	2	1	1		4
URB LEON XIII	1	27	24	3	55
PT SR DE LA CAÑA	1	1	2		4
LA CANOA		1	1		2
	14	66	56	4	140

Pregunta 10 ¿Cuál es la actitud frente al riesgo por inundación?

	FATALISTA	ESCASAMENTE PREVISORA	PARCIALMENTE PREVISORA	PREVISORA	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	4	6	12	7	29
URB MIRASOL	1	3	3	2	9
URB. QUINTA SAMAY		1	3	3	7
URB. SANTA ELISA		1	1	1	3
URB. JORGE BASADRE		2	1		3
URB LAS EFIGIES		2			2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		2			2
URB. EL REMANSO		1	1		2
URB. BOULEVAR CAYMA		1	1		2
URB. AVIDGE	1	4	1		6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		2			2
AV EJERCITO		2			2
URB LA EXPLANADA		2			2
QUINTA CHAVEZ		2			2
TRADICIONAL LOS ARCES		3	1		4
URB LEON XIII	4	25	25	1	55
PT SR DE LA CAÑA		2	2		4
LA CANOA		1	1		2
	10	64	52	14	140

Pregunta 11 ¿Recibieron alguna campaña de difusión sobre riesgo por inundación?

	SIN DIFUSION	ESCASA DIFUSION	DIFUSION MASIVA	DIFUSION CON INTERVENCION DE LAS AUTORIDADES	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	10	14	2	2	28
URB MIRASOL	4	4	1		9
URB. QUINTA SAMAY	5	1	1		7
URB. SANTA ELISA	1	2			3
URB. JORGE BASADRE	2	1			3
URB LAS EFIGIES	2				2
URB. MONTE ROSA	2				2
URB. LOS FRUTALES	2				2
URB. EL REMANSO	1	1			2
URB. BOULEVAR CAYMA	1	1			2
URB. AVIDGE	3	2	1		6
URB. BOULEVAR LOS ARCES	1	1			2
AV EJERCITO	2				2
URB LA EXPLANADA	2				2
QUINTA CHAVEZ	2				2
TRADICIONAL LOS ARCES	2	2			4
URB LEON XIII	26	26	1	2	55
PT SR DE LA CAÑA	2	2			4
LA CANOA	2				2
	72	57	6	4	139

Pregunta 12 ¿Qué condiciones de alojamiento se tiene?

	DEFICIENCIAS	BUENAS CONDICIONES	OPTIMAS CONDICIONES	OPTIMAS CONDICIONES Y DE LUJO	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	2	13	14		29
URB MIRASOL		5	3	1	9
URB. QUINTA SAMAY			1	6	7
URB. SANTA ELISA		2	1		3
URB. JORGE BASADRE		2	1		3
URB LAS EFIGIES		1	1		2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		1	1		2
URB. EL REMANSO	1	1			2
URB. BOULEVAR CAYMA		1	1		2
URB. AVIDGE	1	3	2		6
URB. BOULEVAR LOS ARCES			1	1	2
AV EJERCITO		1	1		2
URB LA EXPLANADA	1		1		2
QUINTA CHAVEZ	1	1			2
TRADICIONAL LOS ARCES	1	1	2		4
URB LEON XIII	4	29	21	1	55
PT SR DE LA CAÑA	1	2	1		4
LA CANOA		1	1		2
	12	66	53	9	140

Pregunta 13 ¿Qué material o estructura predomina en la edificación?

	SILLAR	METALICA /DRYBOARD	CONCRETO SILLAR	CONCRETO ARMADO	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA			1	28	29
URB MIRASOL			2	7	9
URB. QUINTA SAMAY				7	7
URB. SANTA ELISA				3	3
URB. JORGE BASADRE				3	3
URB LAS EFIGIES				2	2
URB. MONTE ROSA				2	2
URB. LOS FRUTALES				2	2
URB. EL REMANSO				2	2
URB. BOULEVAR CAYMA				2	2
URB. AVIDGE			1	5	6
URB. BOULEVAR LOS ARCES			1	1	2
AV EJERCITO			1	1	2
URB LA EXPLANADA				2	2
QUINTA CHAVEZ				2	2
TRADICIONAL LOS ARCES	2		1	1	4
URB LEON XIII	2		13	40	55
PT SR DE LA CAÑA			3	1	4
LA CANOA				2	2
	4	0	23	113	140

Pregunta 14 ¿Cuál es el estado de conservación de la edificación?

	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALO	VACIO	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	1	24	3		1	29
URB MIRASOL	1	7	1			9
URB. QUINTA SAMAY	7					7
URB. SANTA ELISA		2	1			3
URB. JORGE BASADRE		3				3
URB LAS EFIGIES		1			1	2
URB. MONTE ROSA		2				2
URB. LOS FRUTALES		1	1			2
URB. EL REMANSO		2				2
URB. BOULEVAR CAYMA		2				2
URB. AVIDGE		5	1			6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		2				2
AV EJERCITO			1		1	2
URB LA EXPLANADA		2				2
QUINTA CHAVEZ		2				2
TRADICIONAL LOS ARCES			2	1	1	4
URB LEON XIII	1	43	10	1		55
PT SR DE LA CAÑA			3	1		4
LA CANOA			1	1		2
	10	98	24	4	4	140

Pregunta 15 ¿Cuál es la antigüedad de la edificación?

	MAS DE 30 AÑOS	DE 20 - 29 AÑOS	DE 10-19 AÑOS	MENOS DE 9 AÑOS	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA		2	10	17	29
URB MIRASOL			2	7	9
URB. QUINTA SAMAY			1	6	7
URB. SANTA ELISA			1	2	3
URB. JORGE BASADRE			2	1	3
URB LAS EFIGIES				2	2
URB. MONTE ROSA			1	1	2
URB. LOS FRUTALES			1	1	2
URB. EL REMANSO			1	1	2
URB. BOULEVAR CAYMA			1	1	2
URB. AVIDGE			4	2	6
URB. BOULEVAR LOS ARCES			1	1	2
AV EJERCITO	1	1			2
URB LA EXPLANADA			1	1	2
QUINTA CHAVEZ			1	1	2
TRADICIONAL LOS ARCES	3	1			4
URB LEON XIII	21	18	14	2	55
PT SR DE LA CAÑA	3	1			4
LA CANOA		1	1		2
	28	24	42	46	140

Pregunta 16 ¿Cuál es la elevación de la edificación?

	MAS DE 4 PISOS	DE 4 PISOS	DE 3 PISOS	DE 1-2 PISOS	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	8	3	6	12	29
URB MIRASOL	1	1	4	3	9
URB. QUINTA SAMAY				7	7
URB. SANTA ELISA			2	1	3
URB. JORGE BASADRE			2	1	3
URB LAS EFIGIES				2	2
URB. MONTE ROSA				2	2
URB. LOS FRUTALES				2	2
URB. EL REMANSO				2	2
URB. BOULEVAR CAYMA				2	2
URB. AVIDGE		1	1	2	4
URB. BOULEVAR LOS ARCES				2	2
AV EJERCITO	1		1		2
URB LA EXPLANADA			1	1	2
QUINTA CHAVEZ		1	1		2
TRADICIONAL LOS ARCES			1	3	4
URB LEON XIII	5	15	25	10	55
PT SR DE LA CAÑA			1	3	4
LA CANOA				2	2
	15	21	45	57	138

Pregunta 17 ¿Cuál es el saneamiento de la propiedad?

	NO	SI	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA		29	29
URB MIRASOL		9	9
URB. QUINTA SAMAY		7	7
URB. SANTA ELISA		3	3
URB. JORGE BASADRE		3	3
URB LAS EFIGIES		2	2
URB. MONTE ROSA		2	2
URB. LOS FRUTALES		2	2
URB. EL REMANSO		2	2
URB. BOULEVAR CAYMA		2	2
URB. AVIDGE		6	6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		2	2
AV EJERCITO	1	1	2
URB LA EXPLANADA		2	2
QUINTA CHAVEZ		2	2
TRADICIONAL LOS ARCES	2	2	4
URB LEON XIII	3	52	55
PT SR DE LA CAÑA	3	1	4
LA CANOA	1	1	2
	10	130	140

Pregunta 18 ¿Cuál es el capital social?

	BASTANTES SOCIOS Y SIN INSTRUMENTOS DE GESTION	POCOS SOCIOS Y SIN INSTRUMENTOS DE GESTION	BASTANTES SOCIOS CON INSTRUMENTOS DE GESTION	POCOS SOCIOS CON INSTRUMENTOS DE GESTION	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	25	4			29
URB MIRASOL		8	1		9
URB. QUINTA SAMAY		5		2	7
URB. SANTA ELISA	1	1	1		3
URB. JORGE BASADRE		3			3
URB LAS EFIGIES		2			2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		2			2
URB. EL REMANSO		2			2
URB. BOULEVAR CAYMA		2			2
URB. AVIDGE	4	2			6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		2			2
AV EJERCITO		2			2
URB LA EXPLANADA		2			2
QUINTA CHAVEZ		2			2
TRADICIONAL LOS ARCES		4			4
URB LEON XIII	25	29	1		55
PT SR DE LA CAÑA	2	2			4
LA CANOA		2			2
	57	78	3	2	140

Pregunta 19 ¿Cuál es la diversidad económica?

	Una sola actividad productiva	En su mayor parte en una sola actividad productiva.	En varias actividades productivas	En varias actividades productivas y diferentes sectores económicos	TOTAL
URB LOS ANGELES DE CAYMA	14	10	1	4	29
URB MIRASOL	6	3			9
URB. QUINTA SAMAY			1	6	7
URB. SANTA ELISA		2	1		3
URB. JORGE BASADRE		2	1		3
URB LAS EFIGIES		1	1		2
URB. MONTE ROSA		2			2
URB. LOS FRUTALES		2			2
URB. EL REMANSO		2			2
URB. BOULEVAR CAYMA		2			2
URB. AVIDGE	4	2			6
URB. BOULEVAR LOS ARCES		2			2
AV EJERCITO		2			2
URB LA EXPLANADA		2			2
QUINTA CHAVEZ		2			2
TRADICIONAL LOS ARCES	3	1			4
URB LEON XIII	19	33	1	2	55
PT SR DE LA CAÑA	3	1			4
LA CANOA		2			2
	49	73	6	12	140