



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO
POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL
DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA,
DEPARTAMENTO DE CUSCO





EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION
FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE
CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

ELABORACIÓN

MUNICIPALIDAD DISTIRTAL DE TARAY



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

Nombre del solicitante:



Elaboración del presente documento:

Equipo Técnico:

Ing. Alfonso Díaz Calero	: Especialista en Gestión de riesgo de desastres
Ing. Alex Campos Conde	: Especialista en Hidráulica
Ing. Harold Barrientos	: Especialista en GIS y topografía
Esp. Arturo Liza Ramírez	: Especialista en Gestión del riesgo de desastres
Esp. Severo Cruz Cori	: Especialista social
Asist. Cristhian Baca Zans	: Especialista en GIS y Geología

© Consultoría – Julio 2023

El contenido del presente documento no podrá ser usado o copiado sin autorización expresa de la Municipalidad distrital de Taray



INDICE

1. GENERALIDADES.....	12
1.1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	12
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.4. ANTECEDENTES.....	13
1.5. FINALIDAD.....	13
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.7. MARCO NORMATIVO.....	14
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	14
2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA.....	14
2.1.1.1. LÍMITES.....	14
2.1.1.2. ACCESIBILIDAD.....	15
2.1.1.3. ALTITUD.....	15
2.1.1.4. SUPERFICIE.....	15
2.1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
2.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	16
2.2.1. QUECHUA (2300 Y 3500 M.S.N.M).....	16
2.2.2. SUNI (3500 Y 4000 M.S.N.M).....	16
2.2.3. PUNA (4000 Y 4800 M.S.N.M).....	16
2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.....	16
2.3.1. CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	16
2.3.1.1. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO.....	16
2.3.1.2. SANEAMIENTO BÁSICO.....	18
2.3.2. ANÁLISIS DEL SERVICIO EDUCATIVO.....	22
2.3.3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE SALUD.....	24
2.3.3.1. ESTABLECIMIENTO DE SALUD TARAY.....	24
2.3.4. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA.....	26
2.3.4.1. USO DE SUELO URBANO.....	26
2.3.4.3. MATERIAL DE EDIFICACIÓN.....	29
2.3.4.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	33
2.3.4.5. ALTURA DE EDIFICACIÓN.....	35
2.3.5. ANÁLISIS DEL NIVEL DE ORGANIZACIÓN SOCIAL ANTE DESASTRES.....	36
2.3.5.1. ORGANIZACIÓN SOCIAL.....	36
2.3.5.2. ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL.....	38
2.4. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR.....	41
2.4.1. GEOLOGÍA.....	41
2.4.1.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	41
2.4.1.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	43
2.4.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	47
2.4.2.1. CÁRCAVAS.....	47
2.4.2.2. LADERAS EMPINADAS NO DISECTADA.....	48
2.4.2.3. LADERAS EMPINADAS CON DISECCIÓN MEDIA.....	48
2.4.2.4. LADERAS EMPINADAS FUERTEMENTE DISECTADAS.....	48
2.4.2.5. TERRAZAS BAJAS.....	49
2.4.2.6. TERRAZAS MEDIAS.....	49
2.4.2.7. TERRAZAS ALTAS.....	49
2.4.3. TOPOGRAFÍA.....	51
2.4.3.1. CÓNCAVA.....	51
2.4.3.2. PLANA.....	51
2.4.3.3. ELEVADA.....	51
2.4.3.4. INCLINADA.....	51
2.4.3.5. EMPINADA.....	51
2.4.4. PENDIENTE.....	51
2.4.4.1. ZONA DE PENDIENTE MUY BAJA.....	51



2.4.4.2. ZONA DE PENDIENTE BAJA.....	52
2.4.4.3. ZONA DE PENDIENTE MEDIA	52
2.4.4.4. ZONA DE PENDIENTE ALTA	52
2.4.4.5. ZONA DE PENDIENTE MUY ALTA	52
2.4.5. HIDROLOGÍA.....	53
2.4.5.1. OBJETIVO	53
2.4.5.2. LOCALIZACIÓN	53
2.4.5.3. CUENCA.....	54
2.4.5.4. FUENTE DE DATOS.....	58
2.4.5.5. ESCORRENTÍA	58
2.4.5.6. ANÁLISIS REGIONAL DE AVENIDAS	58
2.4.5.7. COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE DATOS.....	59
2.4.5.8. GENERACIÓN Y SIMULACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MÁXIMOS	59
2.4.5.9. PERÍODO DE RETORNO (T)	60
2.4.5.10. ANÁLISIS DE AVENIDA MÁXIMA DE DISEÑO	60
2.4.5.11. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN	61
2.4.5.12. CONCLUSIONES	64
2.4.6. HIDRÁULICA.....	64
2.4.6.1. GENERALIDADES	64
2.4.6.2. MODELAMIENTO BIDIMENSIONAL IBER V 2.5.2	65
2.4.6.3. METODOLOGÍA DEL MODELAMIENTO	66
2.4.6.4. TOPOGRAFÍA SUBCUENCA RÍO TARAY – TRAMO DE INTERÉS PARA EL ANÁLISIS	67
2.4.6.5. CAUDALES	68
2.4.6.6. RESULTADOS	68
3. DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	70
3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	70
3.1.1. Método de investigación del Componente Geológico - Geotécnico.....	70
3.1.2. Método de investigación del Componente Hidrológico	70
3.1.3. Integración de la información.....	72
3.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	72
3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.....	72
3.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS.....	72
3.2.2.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES GEOLÓGICAS -GEOMORFOLÓGICAS	72
3.2.2.2. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS	73
3.2.2.3. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS.....	74
3.2.3. SUCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE LOS PELIGROS	76
3.2.4. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS PELIGROS.....	76
3.2.4.1. FACTORES DESENCADENANTES	77
3.2.4.2. FACTORES CONDICIONANTES	78
3.2.5. NIVELES DE PELIGRO	82
3.2.6. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO	83
3.2.7. MAPA DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL	84
3.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES	85
3.3.1. METODOLOGÍA.....	85
3.3.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	86
3.3.2.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	86
3.3.2.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	88
3.3.2.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	90
3.3.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA	94
3.3.3.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	95
3.3.3.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	96
3.3.3.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	101
3.3.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	104
3.3.4.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	105
3.3.4.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	108
3.3.4.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	109
3.3.5. RESUMEN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL, ECONOMICA, AMBIENTAL Y CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL	113
3.3.6. NIVEL DE VULNERABILIDAD	116



3.3.7. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD	118
3.4. CÁLCULO DE RIESGOS	119
3.4.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO	119
3.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGOS	120
3.4.2.1. MATRIZ DE RIESGO	120
3.4.2.2. NIVELES DE RIESGO	120
3.4.2.3. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN	120
3.4.2.4. MAPA DE RIESGOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL	122
3.4.3. CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA).....	123
3.4.4. ZONIFICACIÓN DE RIESGOS	124
3.4.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)	124
3.4.5.1. DE ORDEN ESTRUCTURAL	124
3.4.5.2. DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	124
3.4.6. MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)	124
3.4.6.1. DE ORDEN ESTRUCTURAL	124
3.4.6.2. DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	126
3.4.7. MEDIDAS DE PREPARACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES).....	126
3.4.7.1. DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	126
3.5. DEL CONTROL DE RIESGOS	126
3.5.1. DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS	126
3.5.1.1. ACEPTABILIDAD /TOLERABILIDAD	126
3.5.1.2. CONTROL DE RIESGOS	127
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
4.1. CONCLUSIONES.....	128
4.2. RECOMENDACIONES	130
5. BIBLIOGRAFÍA	130
6. ANEXOS.....	130
6.1. ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICOS	130
6.2. ANEXO 2: DATOS ESTADÍSTICOS	130
6.3. ANEXO 3: MAPAS	130
6.4. ANEXO 4: GEODATABASE	130
6.5. ANEXO 5: MODELO HIDRAULICO	130
6.6. ANEXO 6: TOPOGRAFIA	130



LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1: UBICACIÓN Y COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	15
TABLA N° 2: DENSIDAD POBLACIONAL POR GRUPO ETARIO	17
TABLA N° 3: ACCESO A SERVICIOS DE AGUA POTABLE	18
TABLA N° 4: DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	19
TABLA N° 5: DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	19
TABLA N° 6: INSTITUCIONES DEL ÁREA URBANA DE TARAY.....	22
TABLA N° 7: NÚMERO DE ALUMNOS A LOS CENTROS EDUCATIVOS DEL DISTRITO.....	22
TABLA N° 8: ANALFABETISMO EN EL DISTRITO DE TARAY.....	23
TABLA N° 9: CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SALUD DE TARAY.....	24
TABLA N° 10: POBLACIÓN DEL DISTRITO DE TARAY AFILIADA A ALGÚN SEGURO DE SALUD.	24
TABLA N° 11: LISTA DE ORGANIZACIONES SOCIALES DEL DISTRITO DE TARAY.....	37
TABLA N° 12: DETALLES DE LOS EQUIPOS	38
TABLA N° 13: PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA DEL RÍO QUESERMAYO – PTO CONTROL TARAY.....	55
TABLA N° 14: PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA DEL RÍO QUESERMAYO – PTO. CONTROL CcACCACOLLO.....	56
TABLA N° 15: PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA DEL RÍO QUESERMAYO – PTO. CONTROL KALLARAYAN.....	56
TABLA N° 16: PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA DEL RÍO QUESERMAYO – PTO. CONTROL CHITAPAMPA	57
TABLA N° 17: DATOS TÉCNICOS DE LAS ESTACIONES	58
TABLA N° 18: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS.....	59
TABLA N° 19: CAUDAL DE DISEÑO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.....	60
TABLA N° 20: PUNTOS DE CONTROL SECTOR TARAY.....	61
TABLA N° 21: PUNTOS DE CONTROL SECTOR CHITAPAMPA	63
TABLA N° 22: PUNTOS DE CONTROL SECTOR KALLARAYAN.....	63
TABLA N° 23: CAUDALES MÁXIMOS	68
TABLA N° 24: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	72
TABLA N° 25: CAUDAL DE DISEÑO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO.....	73
TABLA N° 26: CAUDALES MÁXIMOS	74
TABLA N° 27: FACTORES DE SUSCEPTIBILIDAD	76
TABLA N° 28: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PAREA –CAUDALES MÁXIMAS POR PERIODO DE RETORNO.....	77
TABLA N° 29: RESUMEN DE VECTOR PRIORIZADO ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL.....	77
TABLA N° 30: MATRIZ DE COMPARACIÓN - PARÁMETROS CONDICIONANTES DEL FENÓMENO DE INUNDACIÓN PLUVIAL.....	78
TABLA N° 31: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARÁMETROS CONDICIONANTES DEL FENÓMENO DE INUNDACIÓN PLUVIAL... 78	
TABLA N° 32: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PAREA DE LA TOPOGRAFÍA	78
TABLA N° 33: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	78
TABLA N° 34: RESUMEN DE VECTOR PRIORIZADO DE LA TOPOGRAFÍA	79
TABLA N° 35: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PAREA - GEOMORFOLOGÍA	79
TABLA N° 36: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA.....	79
TABLA N° 37: RESUMEN DE VECTOR PRIORIZADO DE GEOMORFOLOGÍA.....	80
TABLA N° 38: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LA PENDIENTE.....	80
TABLA N° 39: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LA PENDIENTE	80
TABLA N° 40: RESUMEN DE VECTOR PRIORIZADO DE LA PENDIENTE	81
TABLA N° 41: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE GEOLOGÍA.....	81
TABLA N° 42: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE SUELO	81
TABLA N° 43: RESUMEN DE VECTOR PRIORIZADO DE GEOLOGÍA	82
TABLA N° 44: PONDERACIÓN DE FACTORES POR INUNDACIÓN FLUVIAL.....	82
TABLA N° 45: NIVELES DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL	83
TABLA N° 46: ESTRATIFICACIÓN DEL PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL.....	83
TABLA N° 47: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	86
TABLA N° 48: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	86
TABLA N° 49: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	86
TABLA N° 50: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	87
TABLA N° 51: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	87
TABLA N° 52: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	87
TABLA N° 53: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	87



TABLA N° 54: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	88
TABLA N° 55: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	88
TABLA N° 56: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	88
TABLA N° 57: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	88
TABLA N° 58: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	89
TABLA N° 59: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	89
TABLA N° 60: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	89
TABLA N° 61: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	90
TABLA N° 62: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	90
TABLA N° 63: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	91
TABLA N° 64: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	91
TABLA N° 65: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	91
TABLA N° 66: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	92
TABLA N° 67: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	92
TABLA N° 68: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	94
TABLA N° 69: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	94
TABLA N° 70: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	94
TABLA N° 71: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	95
TABLA N° 72: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	95
TABLA N° 73: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	95
TABLA N° 74: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	95
TABLA N° 75: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	96
TABLA N° 76: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	96
TABLA N° 77: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	97
TABLA N° 78: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	97
TABLA N° 79: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	97
TABLA N° 80: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	98
TABLA N° 81: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	98
TABLA N° 82: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	98
TABLA N° 83: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	99
TABLA N° 84: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	99
TABLA N° 85: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	100
TABLA N° 86: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	100
TABLA N° 87: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	100
TABLA N° 88: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	101
TABLA N° 89: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	101
TABLA N° 90: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	101
TABLA N° 91: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	101
TABLA N° 92: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	102
TABLA N° 93: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	102
TABLA N° 94: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	103
TABLA N° 95: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	105
TABLA N° 96: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	105
TABLA N° 97: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	105
TABLA N° 98: PARÁMETROS DE EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	106
TABLA N° 99: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	106
TABLA N° 100: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	106
TABLA N° 101: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	106
TABLA N° 102: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	107
TABLA N° 103: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	107
TABLA N° 104: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	107
TABLA N° 105: PARÁMETROS DE FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	108
TABLA N° 106: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	108
TABLA N° 107: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	108
TABLA N° 108: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	109



TABLA N° 109: PARÁMETROS DE FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	109
TABLA N° 110: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	109
TABLA N° 111: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES	110
TABLA N° 112: ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC) OBTENIDO DEL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	110
TABLA N° 113: CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL	113
TABLA N° 114: NIVELES DE VULNERABILIDAD	116
TABLA N° 115: ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD ANTE DESLIZAMIENTOS	116
TABLA N° 116: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO	120
TABLA N° 117: NIVELES DE RIESGO	120
TABLA N° 118: NIVELES DE RIESGO	120
TABLA N° 119 FACTOR DE RIESGO Y DAÑO EN INFRAESTRUCTURA	123
TABLA N° 120 CALCULO DE PÉRDIDAS PROBABLES	123
TABLA N° 121: VALORACIÓN DE LA CONSECUENCIA.....	126
TABLA N° 122: VALORACIÓN DE LA FRECUENCIA.....	127
TABLA N° 123: VALORACIÓN DE LA FRECUENCIA.....	127
TABLA N° 124: ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA	127



LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: GRÁFICO DE BARRAS POR GRUPO ETARIO	17
GRÁFICO N° 2: TIPOS DE USO DE SUELO EN EL DISTRITO DE TARAY	26
GRÁFICO N° 3: USO DE SUELO EN LA CIUDAD DE TARAY	27
GRÁFICO N° 4: USO DE SUELOS – TARAY	28
GRÁFICO N° 5: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS	31
GRÁFICO N° 6: ESTADO DE CONSERVACIÓN	34
GRÁFICO N° 7: ALTURA DE EDIFICACIÓN	35
GRÁFICO N° 8: SAT DE TARAY.....	39
GRÁFICO N° 9: FLUJOGRAMA PARA LA DETERMINACIÓN DE PELIGRO	71
GRÁFICO N° 10: FLUJOGRAMA DEL PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL	76
GRÁFICO N° 11: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	85
GRÁFICO N° 12: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE DIMENSIÓN SOCIAL	86
GRÁFICO N° 13: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE	87
GRÁFICO N° 14: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE GRUPO ETÁREO	89
GRÁFICO N° 15: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	90
GRÁFICO N° 16: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE TIPO DE SEGURO	91
GRÁFICO N° 17: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN PARA LA GRD.....	92
GRÁFICO N° 18: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE DIMENSIÓN ECONÓMICA	94
GRÁFICO N° 19: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	96
GRÁFICO N° 20: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	97
GRÁFICO N° 21: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	98
GRÁFICO N° 22: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	99
GRÁFICO N° 23: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE USO DEL SUELO	100
GRÁFICO N° 24: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE INGRESO FAMILIAR.....	102
GRÁFICO N° 25: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.....	103
GRÁFICO N° 26: METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE DIMENSIÓN AMBIENTAL	105
GRÁFICO N° 27: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE POBLACIÓN CERCANÍA A FUENTES DE AGUA.....	106
GRÁFICO N° 28: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO DE CERCANÍA A BOTADEROS DE BASURA.....	107
GRÁFICO N° 29: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	109
GRÁFICO N° 30: PREDOMINANCIA DEL PARÁMETRO CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL..	110



LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1: MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE TARAY	15
FIGURA N° 2: MAPA DE SERVICIO DE AGUA.....	20
FIGURA N° 3: MAPA DE SERVICIO DE DESAGÜE	21
FIGURA N° 4: INFRAESTRUCTURA NUEVA DE LA I.E.P N° 50185 – MARÍA AUXILIADORA.	23
FIGURA N° 5: INFRAESTRUCTURA DE SALUD TARAY.	25
FIGURA N° 6: DAÑOS ESTRUCTURALES DEL CENTRO DE SALUD.....	25
FIGURA N° 7: ESTADO ACTUAL DE PAREDES EN ALGUNAS VIVIENDAS DE TARAY.	27
FIGURA N° 8: MAPA DE USO DE SUELO	29
FIGURA N° 9: SE MUESTRA EN AMBAS PAREDES DE MATERIAL DISTINTO.	30
FIGURA N° 10: MAPA DE MATERIAL PREDOMINANTE DE MURO	32
FIGURA N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA POSTA DE SALUD.	33
FIGURA N° 12: MAPA DE ESTADO DE CONSERVACIÓN	34
FIGURA N° 13: MAPA DE ALTURA DE EDIFICACIÓN	36
FIGURA N° 14: SEÑALIZACIÓN DE ZONAS SEGURAS.....	40
FIGURA N° 15: PLAN DE EVACUACIÓN ANTE INUNDACIONES POBLACIÓN DE TARAY - 2018.....	40
FIGURA N° 16: CALIZAS Y LUTITAS NEGRAS DEL GRUPO COPACABANA	41
FIGURA N° 17: IMAGEN PERTENECIENTE A LA FORMACIÓN PISAC DONDE SE OBSERVAN LIMOLITAS ROJAS.	42
FIGURA N° 18: INTERCALACIÓN DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS QUE TIENEN ORIENTACIONES HORIZONTALES LAMINARES. .	43
FIGURA N° 19: MAPA GEOLÓGICO LOCAL.....	45
FIGURA N° 20: DEPÓSITO ALUVIAL. PRESENTA MATRIZ ARENO LIMOSA, BLOQUES DE ROCAS ANGULOSOS Y DESORDENADOS...	46
FIGURA N° 21: BLOQUES ANGULOSOS Y CALIZAS ALTERADAS A MARGAS, PROVENIENTES DEL GRUPO COPACABANA.	46
FIGURA N° 22: IMAGEN DE RIOLITA ANGULOSA PERTENECIENTE A LA FORMACIÓN PACHATUSAN.	47
FIGURA N° 23: IMAGEN DE CÁRCAVAS CONTROLADAS POR VEGETACIÓN CIRCUNDANTE.....	48
FIGURA N° 24: TIPOS DE LADERAS EN EL MIRADOR DE TARAY.	49
FIGURA N° 25: TIPOS DE TERRAZA EN EL DISTRITO DE TARAY.....	50
FIGURA N° 26: MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	50
FIGURA N° 27: MAPA HIDROGRÁFICO	54
FIGURA N° 28: MAPA TOPOGRÁFICO GENERADA PARA EL MODELAMIENTO HIDRÁULICO (ORTOFOTO – DEM)	68
FIGURA N° 29: NIVEL DE AGUA PARA PERIODO DE RETORNO DE 100AÑOS – SUBCUENCA DEL RÍO TARAY TRAMO DE INTERÉS	69
FIGURA N° 30: RANGO DE VELOCIDAD DEL FLUJO PARA UN Tr= 100 AÑOS – SUBCUENCA RÍO TARAY –TRAMO DE INTERÉS ..	69
FIGURA N° 31: NIVEL DE AGUA PARA PERIODO DE RETORNO DE 100AÑOS – SUBCUENCA RÍO TARAY TRAMO DE INTERÉS	75
FIGURA N° 32: RANGO DE VELOCIDAD DEL FLUJO, Tr DE 100 AÑOS – SUBCUENCA RÍO TARAY –TRAMO DE INTERÉS	75
FIGURA N° 33: MAPA DE PELIGROS ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL	84
FIGURA N° 34: MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	93
FIGURA N° 35: MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	104
FIGURA N° 36: MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	111
FIGURA N° 37: MAPA DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL	118
FIGURA N° 38: METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DEL RIESGO	119
FIGURA N° 39: MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL.....	122



EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la desembocadura de la microcuenca del río Quesermayo en el distrito de Taray, se encuentra impactada por un proceso de asentamiento de población y vivienda, ubicados en el abanico aluvial y cauce natural de la microcuenca, están determinadas como zonas de peligro alto y muy alto según Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación ante Desastres de la Ciudad de Taray, este proceso de asentamiento genera riesgo a la vida, salud e integridad de la población.

Bajo este panorama el presente Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres, busca identificar las causas y consecuencias que conlleva a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno de inundación por efecto de las precipitaciones pluviales sobre la población y medios de vida expuestos y susceptibles en la microcuenca de Quesermayo del distrito de Taray.

Para su desarrollo se aplicó la metodología del “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión”, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a la fragilidad y resiliencia y determinar y zonificar los niveles de riesgos y la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

Dentro de este marco, se recurrió a la información existente en las entidades técnicas científicas: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), así también información del Área Catastro, y Subgerencia de Ordenamiento Territorial de la Municipalidad Distrital de Taray.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar la evaluación del riesgo por inundación en el área urbana de Taray, distrito Taray, provincia Calca y DEPARTAMENTO DE Cusco, para con ello plantear medidas de control y reducción del riesgo, planificación urbana y desarrollo de acciones de preparación para la respuesta en caso ocurra eventos extremos.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los parámetros de caracterización por peligro de inundación en el área urbana del distrito de Taray.
- Identificar y determinar los niveles de peligro, así como elaborar el mapa temático de peligros
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad de los elementos expuestos en el ámbito social y económico, así como elaborar el mapa temático de vulnerabilidad.



- Calcular el riesgo en base a la determinación de peligro y el análisis de la vulnerabilidad, así como elaborar el mapa temático de riesgos.
- Realizar el control de riesgo tomando en cuenta el análisis de la aceptabilidad y/o tolerabilidad del riesgo
- Proponer medidas estructurales y no estructurales para disminuir los riesgos actuales.
- plantear medidas de control y reducción del riesgo en el marco de la gestión correctiva.
- Plantear estrategias de planificación urbana en el marco de la gestión prospectiva.
- Desarrollar acciones de preparación para la respuesta en caso ocurra eventos extremos.

1.4. ANTECEDENTES

El cono de peligro de la microcuenca Quesermayo, según lo establecido en el Mapa de Peligros y Medidas de Mitigación ante Desastres de la Ciudad de Taray (Peligros naturales) – zona de peligro muy alto sobre el cual se asienta la mayor parte del área urbana central y zonas de peligro alto en áreas agrícolas de la llanura aluvial en la margen derecha e izquierda de la quebrada, que ponen en riesgo la vida de sus habitantes.

Según el INGEMMET - *Geología y geodinámica en las quebradas Ccalla, Rayan y Pinchimayoc: Aluvión del 28 de febrero y 1 de marzo del 2010 que afectó Taray-Cusco*, el abanico aluvial, área de influencia de la microcuenca debe ser considerado como peligro para las poblaciones que están asentadas en este lugar, como lo han demostrado las lluvias pasadas.

1.5. FINALIDAD

En el marco de los diferentes procesos que conlleva la gestión del riesgo de desastres la Municipalidad Distrital de Taray, ha desarrollado la evaluación del riesgo de desastres ante inundaciones con el fin de delimitar y definir el nivel del riesgo al año 2023, puesto que las condiciones físicas y de tratamiento del río han cambiado sustancialmente, ya que en la actualidad se tienen defensas ribereñas y un tratamiento de las riberas del cauce, del mismo modo se tiene una población más sensibilizada y mejor preparada, incluso se tiene una mejor condición de las infraestructuras del ámbito urbano, por todos estos motivos es que se realiza la presente evaluación con el fin de reevaluar el riesgo y actualizar dicha categorización en las diferentes plataformas públicas para que a través de ello se pueda ir desarrollando mejores mecanismos de inversión y gestión del espacio urbano de Taray.

1.6. JUSTIFICACIÓN

La principal justificación para la elaboración del presente documento es el cumplimiento con la ley, como expresa en el Art. 23° del Reglamento de la Ley 29664, señala que el proceso de estimación del riesgo comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles del riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD).

En ese contexto se desarrolla el presente estudio tomando en cuenta los numerales 24.1, 24.3, 24.4, y 24.5 del Art. 24° de los Subprocesos de la Estimación del Riesgo: a) Normatividad y



lineamientos, b) Generación del conocimiento del peligro, c) Análisis de la vulnerabilidad, y d) Valoración y escenarios del riesgo.

Finalmente, el presente estudio se justifica en la medida que servirá para la toma de decisiones y la adecuada gestión del espacio urbano del distrito de Taray.

1.7. MARCO NORMATIVO

La gestión de riesgos de desastre está regida por los siguientes dispositivos legales

- Política de Estado N° 32 – Promueve la Gestión del Riesgo de Desastres
- Ley 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2011.
- Ley N° 30779; Ley que dispone medidas para Fortalecimiento del SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM; que aprueba el Reglamento de la Ley 29664
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Resolución Ministerial 088-2012-PCM, “Lineamientos Técnicos Generales para Implementación del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres”, 13 abril del 2012.
- R.J. N° 058-2020-CENEPRED/J. Aprueban lineamientos para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres en Proyectos de Infraestructura Educativa

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA

El distrito de Taray, creado por Ley N° 15027 del 06 de mayo de 1964, se encuentra ubicada en la provincia de Calca, departamento del Cusco, a una distancia de 35 kilómetros al norte de la ciudad del Cusco.

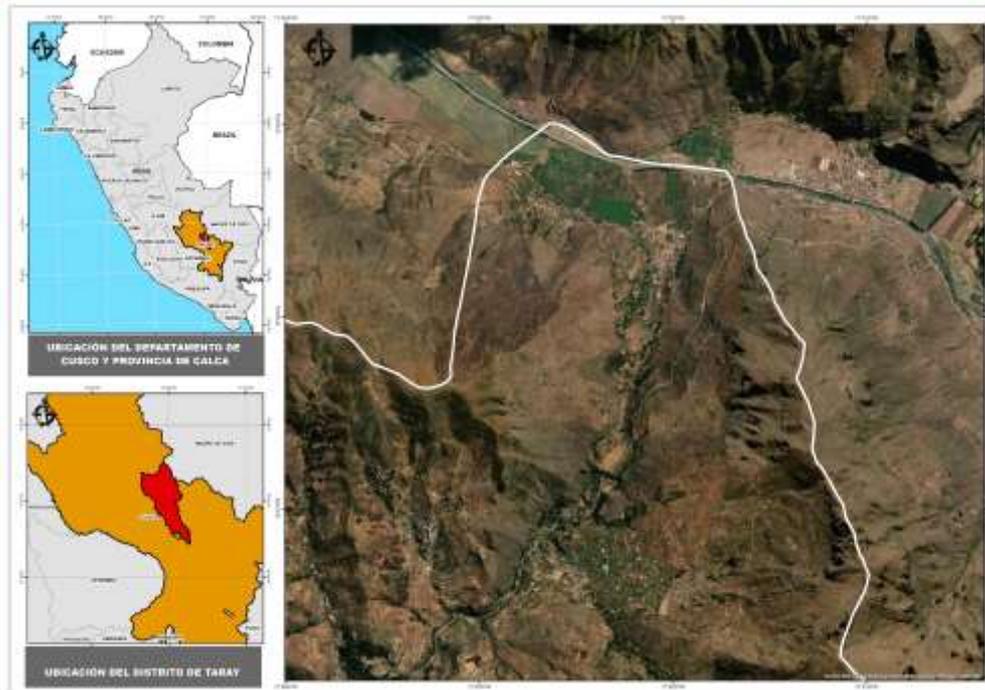
El distrito presenta una topografía muy accidentada, la mayor parte de la población rural se encuentra asentada en sus 13 comunidades campesinas y la cuenca del río Quesermayo atraviesa gran parte del distrito, confluyendo finalmente en el río Vilcanota.

2.1.1.1. LÍMITES

- Por el Norte: con el distrito del Cusco (Provincia del mismo nombre)
- Por el Este: con los distritos de Pisac y San Salvador
- Por el Sur: con el distrito de Pisac
- Por el Oeste: con el distrito de Coya



Figura N° 1: Mapa de ubicación del distrito de Taray



Fuente: Equipo Técnico

2.1.1.2. ACCESIBILIDAD

El acceso al distrito desde la ciudad del Cusco es mediante una vía asfaltada, por la ruta Cusco-Pisac con una distancia de 32 km y recorrido aproximado de 45 minutos, hasta el inicio del puente de Pisac, ingresando luego hacia la izquierda por una vía asfaltada de 2 Km (con un recorrido de 5 minutos), hasta llegar a la plaza de armas del distrito.

2.1.1.3. ALTITUD

El distrito de Taray altitudinalmente se ubica entre los 2,900 y 4,200 metros sobre el nivel del mar.

2.1.1.4. SUPERFICIE

El distrito posee una superficie de suelo total de 5,433.22 has.

2.1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio (área urbana de Taray), políticamente, se ubica en el distrito de Taray Provincia de Calca y en la DEPARTAMENTO DE Cusco: Geográficamente, está ubicado entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84.

Tabla N° 1: Ubicación y coordenadas del área de estudio

UBICACIÓN	COORDENADAS
Laguna Queullacocha (NO de la microcuena)	177500E y 8512125N
Ccorao (parte central de la microcuena)	183550E y 8507925N
Huancalli (NE de la microcuena)	188650E y 8511175N
Taray (NE de la microcuena)	189500E y 8513600N



2.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

La zona de estudio se localiza entre los 3850 y 2900 msnm, presentando un clima templado característico de los valles interandinos de los Andes con un promedio de temperaturas de 20°C en el día y 10°C en las noches. La temperatura anual fluctúa entre 11° y 16°, con máximas de 22° a 29° (verano) y mínimas de 7° a 4° (invierno), presentando una estación seca que va de abril a agosto, y otra con precipitaciones pluviales incipientes entre septiembre y diciembre y finalmente, los meses con mucha lluvia, se presentan entre diciembre a marzo siendo el promedio máximo de precipitación anual 670 mm y el promedio mínimo de 226 mm.

Según la clasificación de Pulgar Vidal (1987), en la microcuenca del Quesermayo y alrededores tenemos regiones naturales de:

2.2.1. QUECHUA (2300 Y 3500 M.S.N.M)

En Taray-Huancalle, el clima dominante es templado, con notable diferencia de temperatura entre el día y la noche. La temperatura media anual fluctúa entre 11 y 16°C; las máximas entre 22 y 29°C y las mínimas entre 7 y -4°C durante el invierno, es decir, de mayo a agosto. Las lluvias caen con regularidad durante el verano (diciembre a marzo). La vegetación típica está conformada por: aliso, maíz, calabaza, caigua, tomate, trigo, árboles frutales, ciruelo, almendro, peral, manzano, membrillo, durazno, etc.

2.2.2. SUNI (3500 Y 4000 M.S.N.M)

En Queser Grande, Queser Chico, Ccorao, Rayacniyoc, Matinga, Kallarayan, Huatta, el clima es seco y frío. La temperatura media anual fluctúa entre 7 y 10 °C, con máximas superiores a 20°C y mínimas invernales de -1 a -6°C (Mayo-Agosto). La precipitación promedio es de 800 mm por año. La vegetación está compuesta por plantas silvestres, como el Quinual, Quishuar, Sauco, Cantuta, Motuy, Carhuacasha, Wiñayhuayna, Suni, la papa, año, Quinoa, Cañihua, Achis, Tarwi, Haba, Oca y Olluco.

2.2.3. PUNA (4000 Y 4800 M.S.N.M)

En menor área (4000 y 4800 m.s.n.m.) en Queullacocha, Coricocha, parte alta de Quecayoc, el clima es frígido, con una temperatura media anual superior a 0°C e inferior a 7°C. La precipitación fluctúa entre 400 y 100 mm al año. La vegetación está compuesta de pajonales, Ocscha, Ichu, berro, Totorá, Llacho, los Bofedales, arbustos de Culli, árboles como la titánica, junco y cunco. Los productos alimenticios son la papa, cebada, maca.

2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

2.3.1. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

2.3.1.1. ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

De acuerdo al Censo Poblacional y vivienda desarrollado por el INEI en el año 2017, la población del distrito de Taray presenta un total de 4,312 habitantes, con una proyección de crecimiento poblacional al 2022 de 4932 habitantes (según boletín especial nº 27 INEI de proyecciones de población 2018-2022).

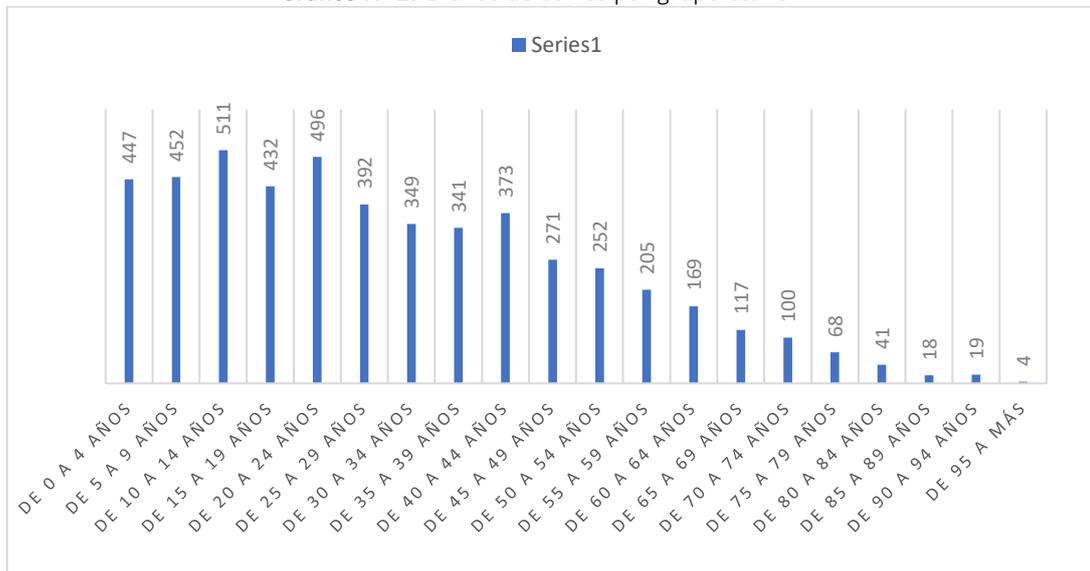


Tabla N° 2: Densidad poblacional por grupo etario

Edad en grupos quinquenales	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
De 0 a 4 años	212	235	447	8.84
De 5 a 9 años	212	240	452	8.95
De 10 a 14 años	267	243	511	10.10
De 15 a 19 años	218	214	432	8.55
De 20 a 24 años	249	246	496	9.81
De 25 a 29 años	206	186	392	7.75
De 30 a 34 años	168	182	349	6.91
De 35 a 39 años	178	162	341	6.74
De 40 a 44 años	193	179	373	7.37
De 45 a 49 años	141	129	271	5.35
De 50 a 54 años	126	125	252	4.98
De 55 a 59 años	99	106	205	4.05
De 60 a 64 años	86	83	169	3.34
De 65 a 69 años	44	73	117	2.31
De 70 a 74 años	51	49	100	1.97
De 75 a 79 años	25	42	68	1.34
De 80 a 84 años	12	30	41	0.82
De 85 a 89 años	2	16	18	0.36
De 90 a 94 años	10	10	19	0.38
De 95 a más	0	4	4	0.08
Total	2499	2554	5057	100

Fuente: Censo poblacional con proyección al 2022 - INEI

Gráfico N° 1: Gráfico de barras por grupo etario



Fuente: Censo poblacional con proyección al 2022 - INEI

De la tabla anterior, se puede analizar que el 50.5% de la población del distrito es de sexo femenino, y que los mayores grupos etarios se muestran entre 10 a 14 años y 45 a 49 años, lo que representa un 62.6%, además de ser también la población económicamente activa, con altas probabilidades de reproducción y crecimiento poblacional para el sector. Por otro lado, según el ámbito del estudio, se ha identificado un total de 2010 personas, quienes residen y/o desarrollan sus medios de vida en la capital del distrito.



2.3.1.2. SANEAMIENTO BÁSICO

El derecho al acceso del saneamiento en el Perú está regulado por la Ley N° 30045 Ley de modernización de los servicios de saneamiento, cuyo objetivo principal busca modernizar y fortalecer los servicios de saneamiento en Perú, con el fin de garantizar el acceso a agua potable y servicios de saneamiento básico de calidad para toda la población y que el Estado peruano está obligado a garantizar este derecho de forma efectiva.

Esta normativa promueve la gestión integral de los recursos hídricos, considerando la interconexión entre el agua superficial y subterránea y la importancia de la conservación de fuentes de agua.

En resumen, la Ley N° 30045 de Modernización de los Servicios de Saneamiento en Perú busca mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en el país. Esto se logra a través de la creación de la SUNASS, la promoción de la inversión privada y la protección de los derechos de los usuarios, entre otras disposiciones. Esta legislación es fundamental para garantizar el acceso a servicios de saneamiento adecuados para la población peruana.

Las Juntas Administradoras de Servicio de Saneamiento (JASS) son una organización comunal sin fines de lucro encargada de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento. La JASS Taray, administra y maneja los sistemas de agua potable y saneamiento en el distrito de Taray con participación de la comunidad y los usuarios de los servicios.

En el saneamiento básico se consideran dos aspectos más importantes como el acceso al agua potable y desagüe.

a) Abastecimiento de agua

El acceso a agua potable de calidad contribuye de forma importante a la salud de las personas, ya que tiene un impacto en el riesgo de enfermedades. La presencia de agua potable limpia reduce el riesgo de enfermedades gastrointestinales, como diarrea, y enfermedades transmitidas por la ingestión de agua contaminada, como cólera, paratuberculosis y leptospirosis.

Además, el agua potable contribuye a la salud a través de la higiene personal. La acción de lavarse las manos con agua potable y jabón es una medida importante para prevenir la transmisión de enfermedades de diversas índoles, como infecciones respiratorias y otras afecciones. Es por eso que el agua potable es un bien esencial para la salud pública.

Según INEI, señala que la zona urbana de Taray, tiene un total de 543 viviendas, de las cuales el 71.46% está conectada a una red pública, el 21.91% se abastece a través de pozos u otras fuentes subterráneas y el 6.63% de la población urbana no cuenta con este servicio, abasteciéndose a través de otros medios.

Tabla N° 3: Acceso a servicios de agua potable

Categorías	Casos	%	Acumulado %
Red pública dentro de la vivienda	370	68,14	68,14
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	14	2,58	70,72
Pilón o pileta de uso público	4	0,74	71,46
Pozo (agua subterránea)	119	21,91	93,37
No tiene	36	6,63	100,00
Total:	543	100,00	

Fuente: INEI 2017



b) Disponibilidad de servicios higiénicos

Los sistemas de desagües en el distrito permiten la evacuación de las aguas residuales y eliminar olores, por lo que mejoran la calidad de vida de las personas. El uso correcto de los desagües también ayuda a prevenir la contaminación de las fuentes de agua y a mejorar la salud de la población.

Según INEI, el 60.95% de las viviendas están conectada a una red pública, mientras que el 34.26% hace uso de pozos sépticos, letrinas o pozos ciegos. Por otro lado, el 4.79% de la población no cuentan con ese servicio.

Tabla N° 4: Disponibilidad de servicios higiénicos

Categorías	Casos	%	Acumulado %
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	299	55,06	55,06
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	32	5,89	60,95
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	31	5,70	66,65
Letrina (con tratamiento)	9	1,68	68,33
Pozo ciego o negro	146	26,88	95,21
No tiene	26	4,79	100,00
Total:	543	100,00	

Fuente: INEI 2017

c) Red de energía eléctrica

Respecto a la cobertura del servicio de alumbrado público, según el INEI, de las 543 viviendas urbanas del distrito, el 84.16% cuentan con este servicio y el 15.84% no cuenta con alumbrado eléctrico.

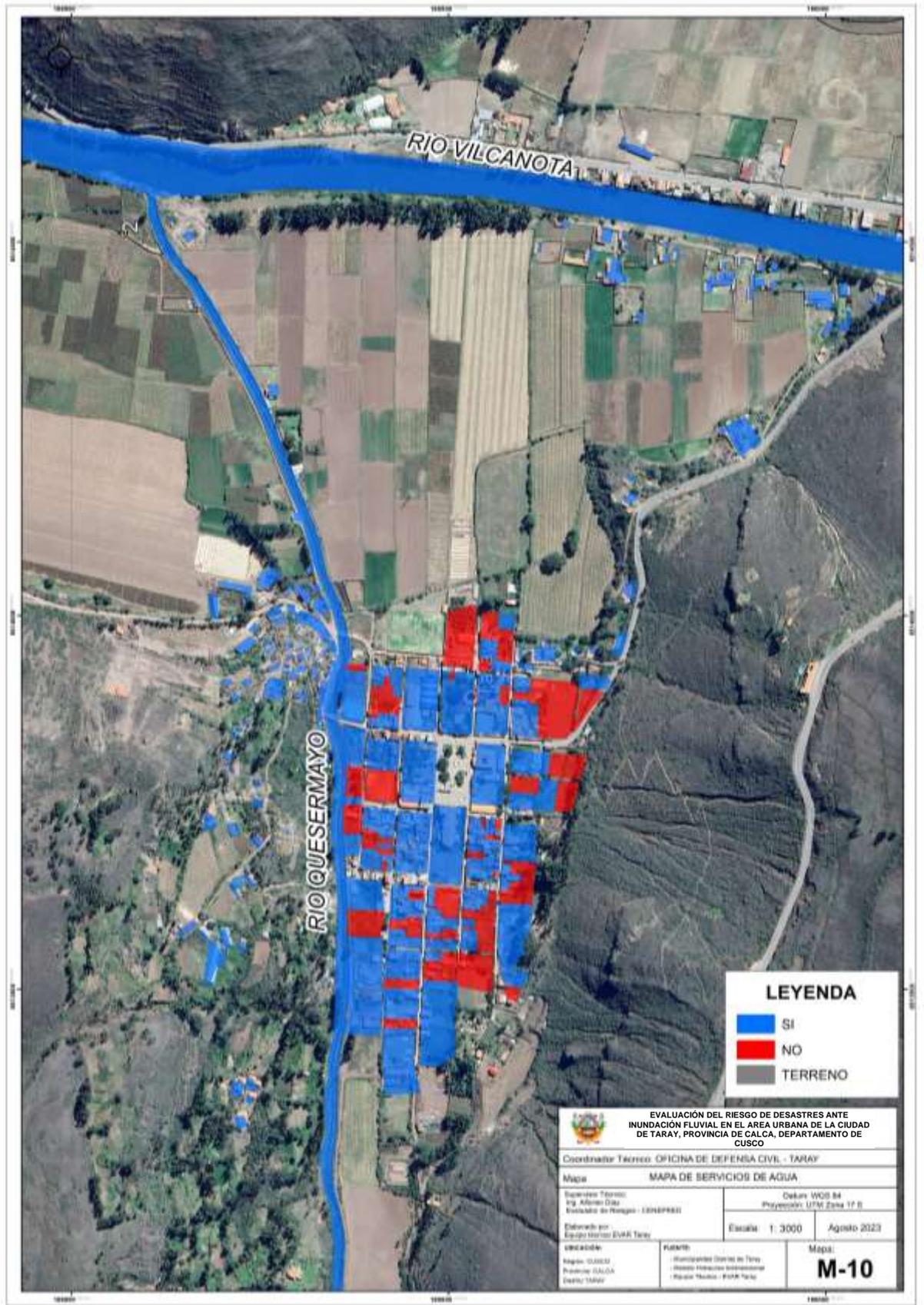
Tabla N° 5: Disponibilidad de servicios higiénicos

Categorías	Casos	%	Acumulado %
Si tiene alumbrado eléctrico	299	55,06	55,06
No tiene alumbrado eléctrico	32	5,89	60,95
Total:	543	100,00	

Fuente: INEI 2017



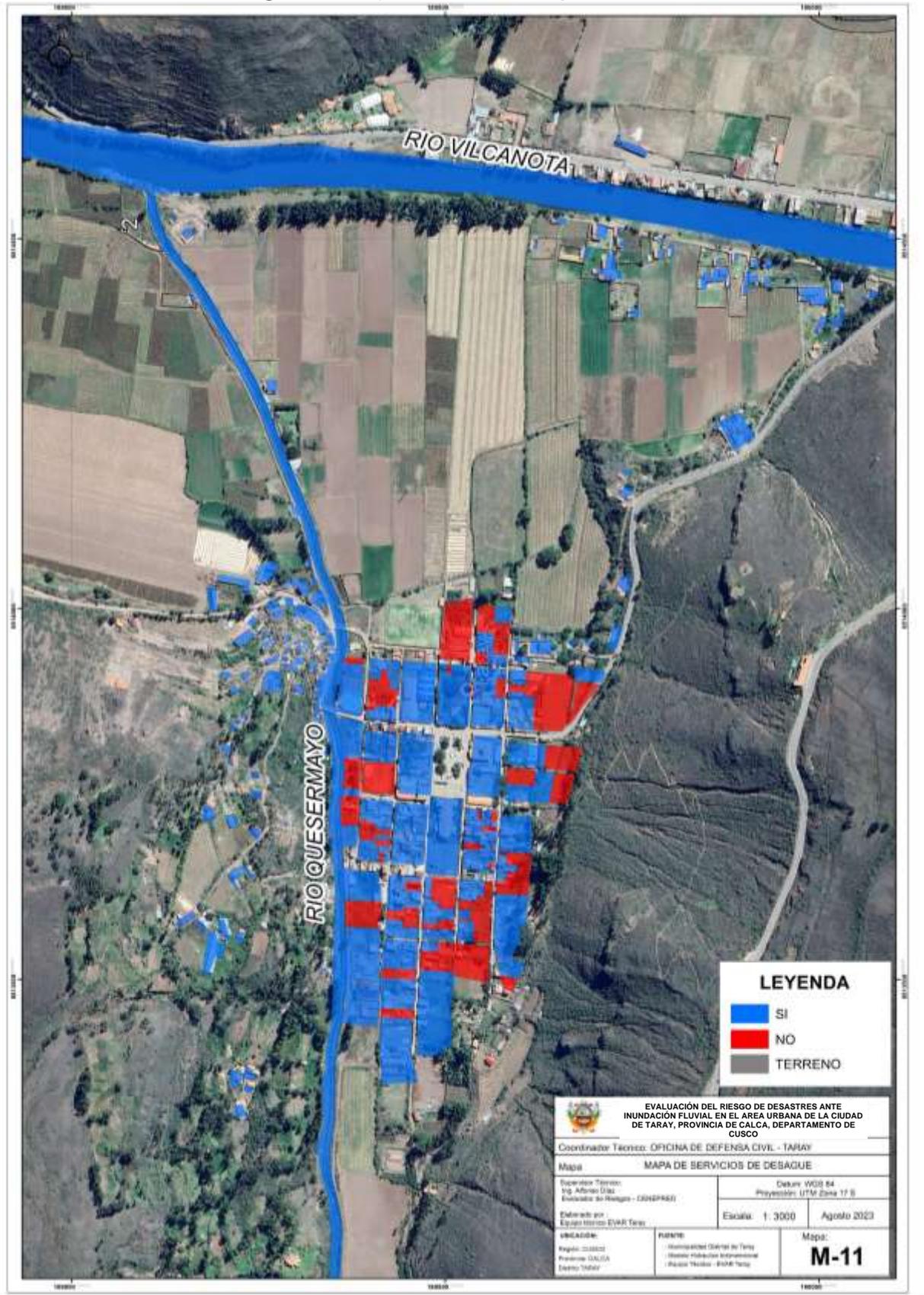
Figura N° 2: Mapa de servicio de Agua



Fuente: Equipo Técnico



Figura N° 3: Mapa de servicio de desagüe



Fuente: Equipo Técnico



2.3.2. ANÁLISIS DEL SERVICIO EDUCATIVO

Las autoridades locales y del Gobierno Regional de Cusco han tomado medidas para mejorar la educación en el distrito de Taray. Se han mejorado y construido nuevas escuelas y se han introducido programas de becas para los estudiantes.

De acuerdo al diagnóstico sobre la situación actual del Sector Educación en la ciudad de Taray, se observa que existe únicamente Nivel Inicial y primario, los estudiantes del nivel secundario desarrollan sus clases en el distrito de Pisac por la infraestructura adecuada y por la población mayor de estudiantes y docentes.

En la ciudad de Taray actualmente cuenta con 02 instituciones públicas (inicial y primaria), las cuales se detallan a continuación.

Tabla N° 6: Instituciones del área urbana de Taray

Institución educativa	Dirección	Nivel de conocimiento sobre gestión de riesgos de desastres	Infraestructura	Cantidad de docentes y alumnos	Implementos de primera respuesta en caso de emergencias.	Cuentan con planes de contingencia ante inundaciones	Nivel de preparación como institución educativa
I.E.P. 50185 María Auxiliadora	Dir. Reynaldo Zúñiga Pino	Conocimiento básico	Infraestructura nueva ubicado cerca al río	3 docentes 51 alumnos	Si cuenta con: 1. botiquín. 2. Extintores 1. camilla	Si cuentan con Plan de GRD, pero se requiere revisión y actualización. Pero no cuentan con plan de contingencia ante inundaciones.	Refiere acciones según directiva de simulacros ante sismos, mas no ante inundaciones.
I.E. 665 Inicial Taray	Lic. Lucia Argandoña	Conocimiento básico	Infraestructura nueva	02 docentes 26 alumnos	No cuenta	No cuenta	Solo participación en simulacro

Fuente: Municipalidad de Taray - 2023

Tabla N° 7: Número de alumnos a los centros educativos del distrito

Nº	Centro poblado	Centro educativo	Alumnos	Docentes	Aulas
13	Total		710	31	46
1	Huatta	114	16	1	1
2	Huancalle	159	13	1	2
3	Kallarayan	437	43	2	2
4	Ccaccacollo	446	26	1	2
5	Huancalle	50042	173	6	6
6	Taray	50185	90	4	6
7	Chitapampa	50219	20	1	3
8	Matinga	50220	113	6	5
9	Rayaniyoc	50222	36	2	4
10	Huatta	50223	14	1	4
11	Kallarayan	50224	114	4	6
12	Lloquepata	50225	30	1	3
13	Taray	665	22	1	2

Fuente: UGEL Calca 2021



Hay varias fuentes de información que indican que el nivel de analfabetismo en el distrito de Taray es alto. Por ejemplo, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el 30% de la población del distrito de Taray es analfabeta.

El INEI publicó en 2017 un estudio sobre la condición de vida del distrito de Taray, donde hay un análisis detallado de la educación en el departamento de Cusco. Según el estudio, un factor principal que contribuye al alto nivel de analfabetismo en el distrito de Taray es la falta de cobertura escolar y de acceso a la educación.

Tabla N° 8: Analfabetismo en el distrito de Taray

Distrito	Total	Condiciones de analfabetismo	
		Sabe leer y escribir	No sabe leer ni escribir
DISTRITO TARAY	3 206	2 673	533
Hombres	1 575	1 454	121
Mujeres	1 631	1 219	412
URBANA	1 521	1 288	233
Hombres	765	711	54
Mujeres	756	577	179
RURAL	1 685	1 385	300
Hombres	810	743	67
Mujeres	875	642	233

Fuente: INEI 2018

Figura N° 4: Infraestructura nueva de la I.E.P N° 50185 – María Auxiliadora.

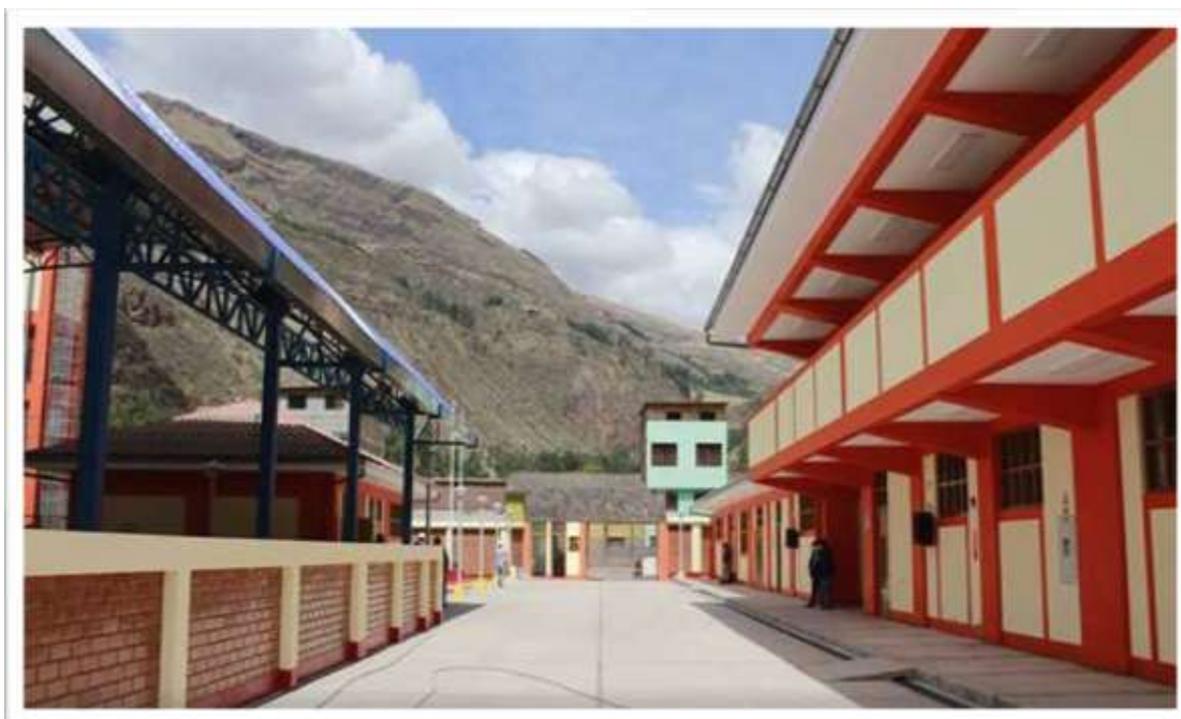


Foto. Equipo Técnico Evar.



2.3.3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE SALUD

2.3.3.1. ESTABLECIMIENTO DE SALUD TARAY

En la ciudad de Taray el establecimiento de salud es un puesto de salud categoría 1-1, sin internamiento ubicado en la calle Garcilazo con código N° 2353, que corresponde a la red de salud Cusco, Microred Pisac, con horario de atención de 8:00 am. A 16:00 pm. De lunes a viernes. Este establecimiento cuenta con una infraestructura antigua, declarado por la oficina de defensa civil de la Municipalidad de Taray como “Inhabitable”, actualmente sigue en funcionamiento con el detalle siguiente.

Tabla N° 9: Características del centro de Salud de Taray

Institución	Responsable	Conocimiento en GRD	Infraestructura	Personal	Logística para emergencias	Cuenta con plan de contingencia	Acciones en caso de emergencias
Posta de salud Taray	Lic. Martha Amado Granada	Lo básico	Inhabitable	1 médico 1 obstetra 2 enfermeros 2 técnicos	No cuentan con movilidades como ambulancias ni motos, 01 camilla básica de apoyo sin botiquines de emergencia	Si cuentan, pero requiere revisión y actualización	personal se capacito ya hace buen tiempo y requiere más capacitaciones. Predisposición de capacitarse

Fuente: MINSA

Tabla N° 10: Población del distrito de Taray afiliada a algún seguro de salud.

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, SEXO Y GRUPOS DE EDAD	TOTAL	AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD					
		SIS (SEGURO INTEGRAL DE SALUD)	ESSALUD	SEGURO FFA O POLICIALES	SEGURO PRIVADO DE SALUD	OTRO SEGURO DE SALUD	NINGUNO
Distrito Taray	4312	2046	117	13	6	10	1211
Hombres	2111	1338	87	8	5	7	668
Mujeres	2201	1573	77	5	1	3	543
URBANA	2032	1293	106	13	4	6	613
Hombres	1018	600	62	8	3	5	342
Mujeres	1014	693	44	5	1	1	271
RURAL	2280	1618	58	0	2	4	598
Hombres	1093	738	25	0	2	2	326
Mujeres	1187	880	33	0	0	2	272

Fuente: INEI – Resultados Definitivos - Cuadros estadísticos – Tomo II



Figura N° 5: Infraestructura de Salud Taray.



Fuente: equipo técnico EVAR: Puesto de Salud Taray.

Figura N° 6: Daños estructurales del centro de salud



Fuente: equipo técnico EVAR: Puesto de Salud Taray.



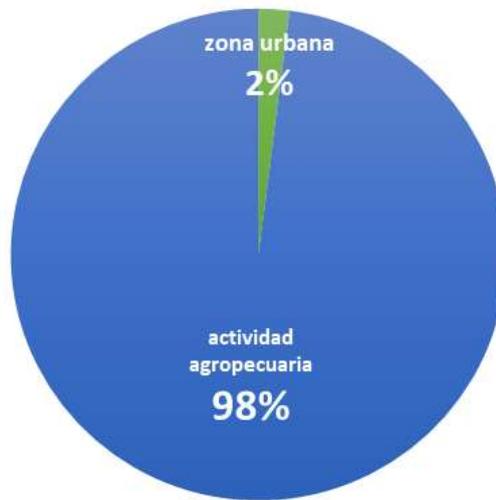
2.3.4. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA

2.3.4.1. USO DE SUELO URBANO

Sobre el uso de suelos del distrito de Taray, se encuentran descritos en el documento: Ordenamiento Territorial del distrito de Taray, realizado por el Gobierno Regional de Cusco y los estudios de uso de suelo del distrito de Taray realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el documento: "Estimación de la superficie total y de cada uso de suelo en el distrito de Taray y fue realizado por el INEI en febrero de 2018.

El distrito de Taray, como en muchos otros lugares rurales, el uso de suelo rural es mucho más extendido que el urbano con un porcentaje de 98 % constituido por la actividad agropecuaria, mientras que el urbano representa un 2% del total.

Gráfico N° 2: tipos de uso de suelo en el distrito de Taray



Fuente: INEI 2018

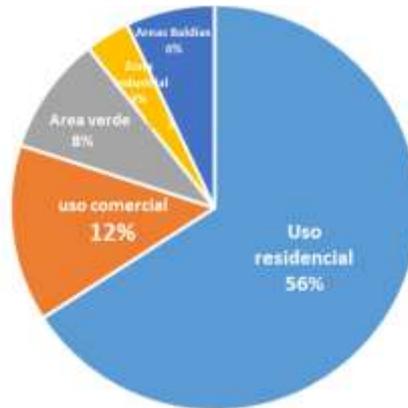
El uso de suelo es dividido en dos categorías principales: la de uso de suelo rural y la de uso de suelo urbano. En el caso de Taray, el uso de suelo rural se refiere a toda la actividad económica relacionada con la agricultura y la ganadería. Por otro lado, el uso de suelo del núcleo urbano de Taray se caracteriza principalmente como uso residencial, ya que allí se encuentran las viviendas de la mayoría de la población. Además, la actividad económica principal en el núcleo urbano de Taray es la comercialización de productos, por lo que también existe un uso de suelo comercial.

El uso de suelo comercial en Taray incluye comercios pequeños, transporte de artesanías locales, restaurantes, hospedajes, entre otros. Además, el núcleo urbano de Taray cuenta con pocas áreas verdes y de recreación ya que cuenta con una sola plaza principal.

Según los estudios recientes, el núcleo urbano de Taray se caracteriza como un área con un 56% de uso residencial, un 12% de uso comercial y un 8% de áreas verdes y de servicios públicos. Adicionalmente, hay un 3% de zonas industriales y un 6% de áreas baldías.



Gráfico N° 3: uso de suelo en la ciudad de Taray



Fuente: Municipalidad de Taray 2023

Se puede mencionar que los sectores rurales de Taray cuentan aún con un alto índice de pobreza y marginación. La calidad de vida y la pobreza presentan un fuerte componente territorial, por eso la cuestión del uso de suelo está relacionada con la calidad de vida de las personas en el distrito.

Es importante saber que, en los últimos años, después del desastre en el año 2010 ocasionado por la inundación y flujo de detritos, se ha evidenciado un crecimiento urbano importante en la población de Taray, el crecimiento se ha visto acompañado de la construcción de nuevas viviendas en sectores aledaños a la ciudad. Esto ha generado una disminución de la producción agrícola y ha afectado el equilibrio de los ecosistemas y los recursos hídricos.

Con la ocurrencia del desastre en el año 2010, se puede decir que este episodio fue de gran impacto en el uso de suelo del distrito. La zona de uso de suelo urbano de Taray, principalmente la zona del núcleo urbano, se vio afectada y algunas áreas fueron completamente destruidas.

Figura N° 7: Estado actual de paredes en algunas viviendas de Taray.



Fuente: equipo técnico EVAR-2023

Como resultado del impacto de los desastres ocurridos en el distrito, el uso de suelo del ha experimentado una serie de cambios. Para comenzar, se han visto algunas reasignaciones de uso de suelo debido a la inutilización de áreas urbanas. Otro cambio está relacionado con el



proceso de reubicación de las personas afectadas. Algunos de ellos han decidido reubicarse en nuevas zonas del distrito, en zonas rurales. Esto ha aumentado el uso de suelo rural en algunas áreas del distrito, y ha llevado a una reorganización del uso de suelo del área.

Con la construcción de la defensa ribereña en el río Quesermayo, se ganó terreno que forma parte de la faja marginal, las cuales deben mantenerse libres por seguridad a las viviendas y protección a los medios de vida de la población de Taray.

2.3.4.2. Registro actual de uso de suelos de viviendas en la zona urbana central del pueblo de Taray.

El equipo de trabajo también levanto información al respecto en la actualidad y se refleja con los datos siguientes: De 281 registros de uso de suelos en el distrito, 193 son viviendas de uso familiar, 14 para comercio, 02 infraestructura educativa, 01 parroquial, 01 gobierno municipal, 01 como establecimiento de salud, 65 terrenos vacíos, 05 otros usos. (no se consideraron viviendas ubicadas en la periferia).

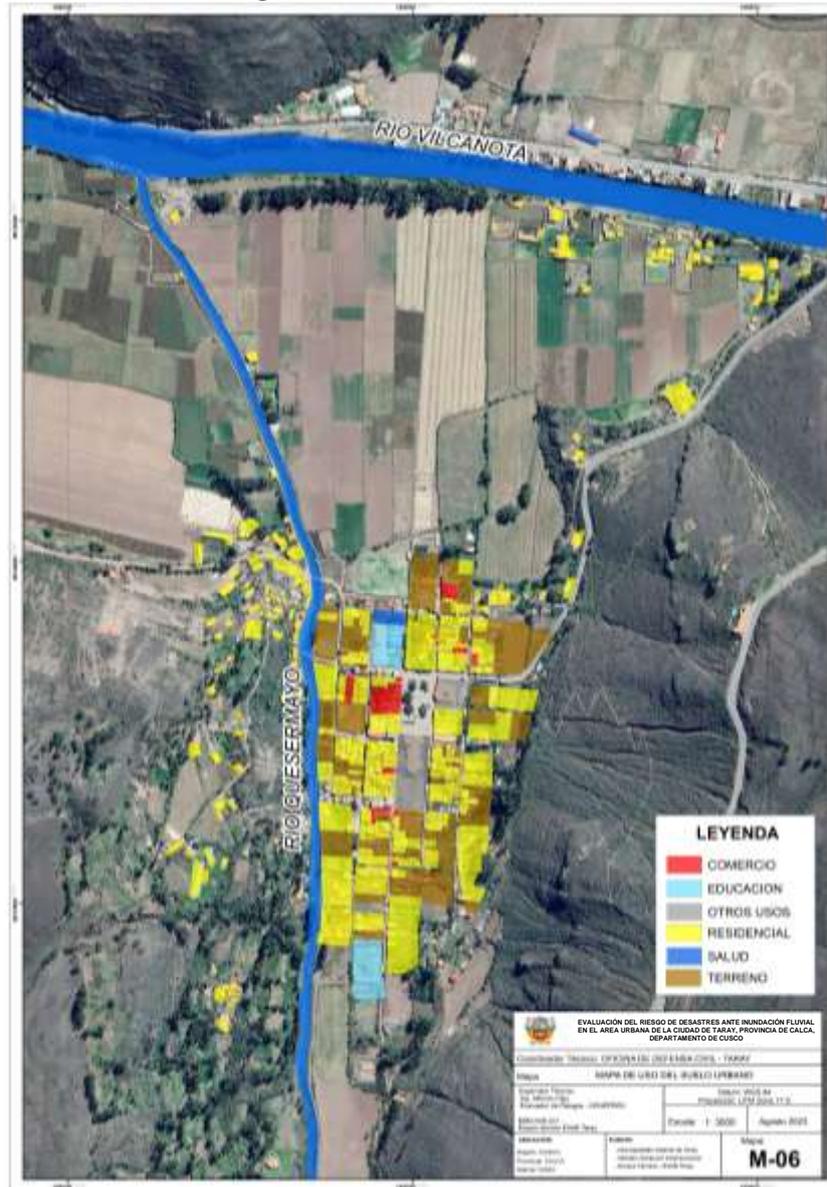
Gráfico N° 4: uso de suelos – Taray



Fuente: equipo técnico 2023



Figura N° 8: Mapa de uso de suelo



Fuente: Equipo técnico 2023

2.3.4.3. MATERIAL DE EDIFICACIÓN

En el distrito de Taray, el INEI en su publicación "Estudio de la Calidad de Vida en Taray" del año 2019, menciona entre otras condiciones que las viviendas en Taray se construyen con material de la zona como paja, ladrillo, tierra y ladrillo armado. También se indica que las edificaciones en la localidad tienen una seguridad deficiente y poca aislación térmica, además de problemas estructurales.

De acuerdo. El estudio indica que el 95.7% de las viviendas en Taray se construyen con materiales no cerámicos, como paja, bahareque, adobe y tierra. Mientras que el 4.3% de los hogares se construyen con materiales cerámicos, como ladrillo y ladrillo armado.



Figura N° 9: Se muestra en ambas paredes de material distinto.



Fuente: equipo técnico EVAR-2023

Solamente en la localidad de Taray, el estudio indica que el 2.7% de las viviendas se construyen con material rustico con paja, el 3.6% con bahareque (cañas bambu), el 3.6% con adobe y el 14.3% con tierra. Por otro lado, un 80.8% de las viviendas se construyen con ladrillo y un 18.3% con ladrillo armado.

De acuerdo con lo anterior, el uso de materiales no cerámicos (paja, bahareque, adobe y tierra) es mayor en el distrito de Taray, debido a que estos materiales son más baratos y más fáciles de conseguir, mientras que el ladrillo y el ladrillo armado son más costosos y requieren más esfuerzo para su obtención.

Asimismo, los materiales rústicos no cerámicos son más abundantes en Taray, debido a la facilidad con la que se pueden encontrar en la localidad, son relativamente fáciles de trabajar, por lo que son más económicos y prácticos para la construcción.

Según la investigación, el 50.5% de los hogares en Taray no reciben ningún tipo de asistencia técnica durante la construcción. Sin embargo, el 13.8% recibe asistencia en la elaboración de un proyecto arquitectónico, el 6.2% recibe asistencia en la obtención de permisos y el 4.5% recibe asistencia durante la etapa de obra.

Además, el estudio indica que la mayoría de los hogares en el pueblo de Taray tienen paredes y pisos de cemento. Este material es usado por el 49.2% de los hogares en paredes y el 65.7% en los pisos. Asimismo, el 20.9% de los hogares tienen paredes de adobe y el 13.8% tienen pisos de tierra.

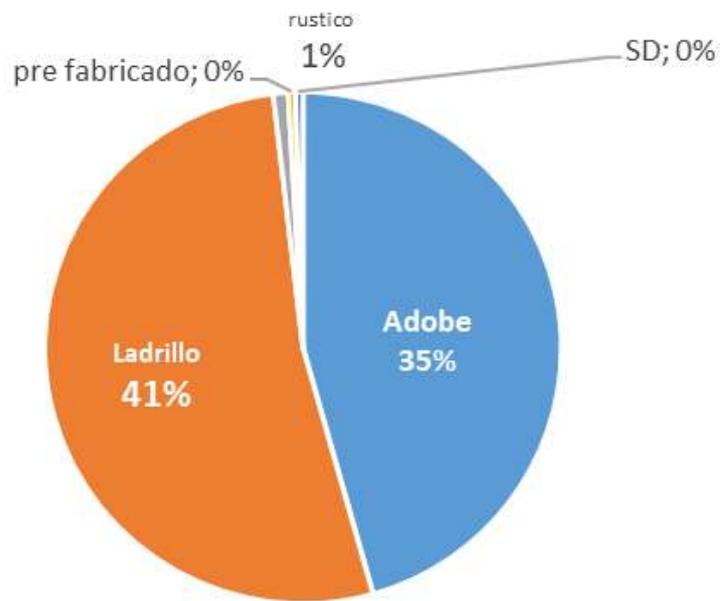
Se puede afirmar, así, que las viviendas de Taray son un reflejo de la cultura de la población local y de la transformación de este sector de la sociedad, de la que forman parte y que está en constante cambio. Las viviendas están en una transición entre el pasado y el presente, sin dejar de lado las raíces ni las costumbres, sino integrándolas en el contexto moderno.

Según datos oficiales de trabajo de campo, por el equipo de trabajo se evidencio una gran cantidad de viviendas construidas con material noble (ladrillo), al parecer en los últimos 5 años, las cuales son señales de progreso y mejora en la calidad de vida en sus habitantes.



Por lo que se puede señalar en el grafico lo siguiente:

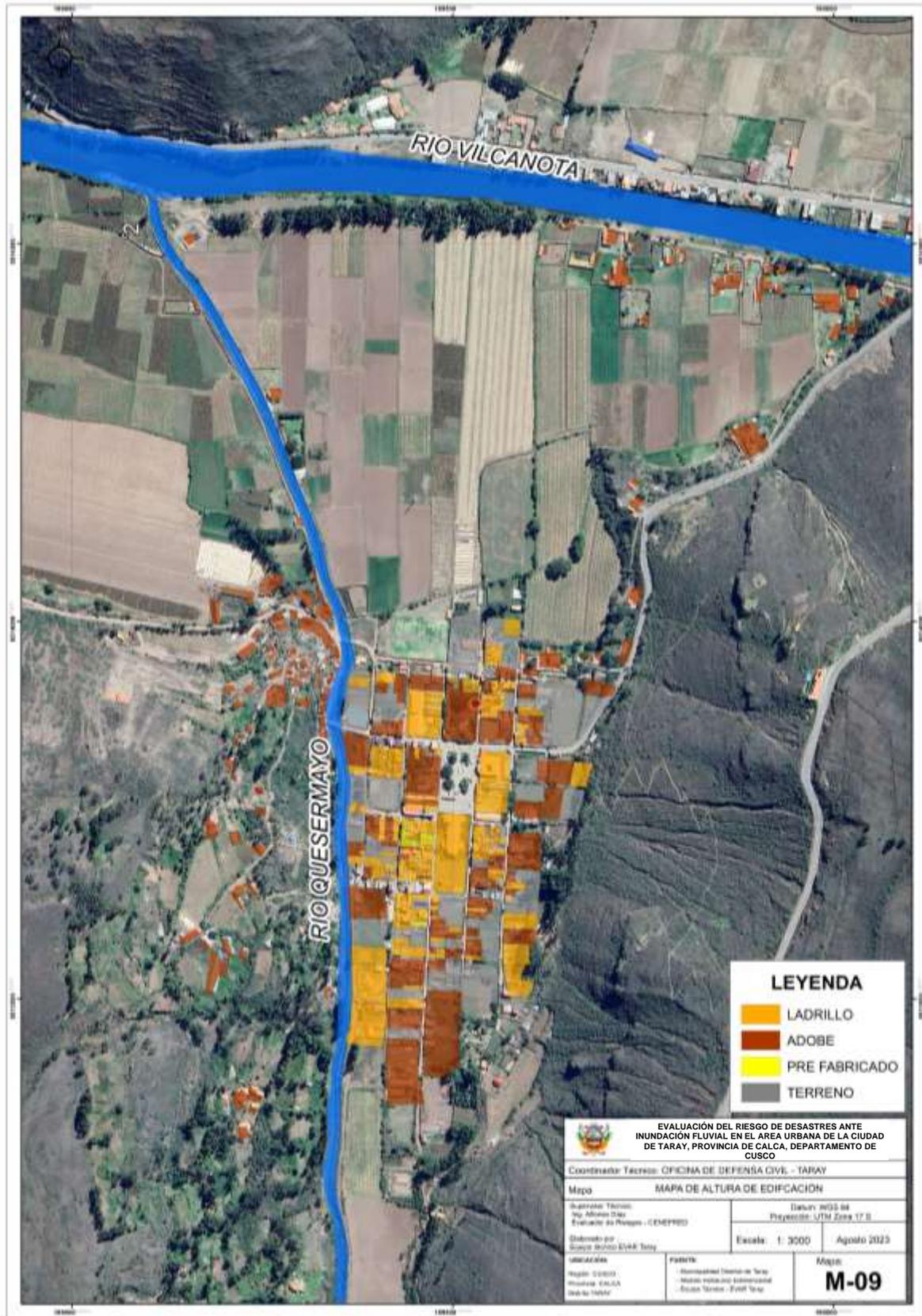
Gráfico N° 5: material de construcción de las viviendas



Fuente: Equipo técnico 2023



Figura N° 10: Mapa de material predominante de muro



Fuente: Equipo técnico 2023



2.3.4.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN

La importancia de mantener en buen estado de conservación de las viviendas en la localidad de Taray se relaciona directamente con la calidad de vida de los habitantes, la seguridad y su salud. Las viviendas con mal estado de conservación pueden presentar condiciones insalubres, como presencia de humedad y hongos, que pueden causar enfermedades y otras condiciones de salud adversas.

Figura N° 11: Estado de conservación de la posta de salud.



Fuente: equipo técnico EVAR-2023

La conservación de las viviendas también está relacionada con la resiliencia ante eventos naturales. Las viviendas de mala calidad estructural pueden ser vulnerables ante sismos, inundaciones y otros eventos naturales, por lo que es importante mantener una buena estructura para evitar daños y/o pérdidas humanas en caso de ocurrencia de estos eventos.

En este sentido, también señalar que la conservación de las viviendas es una cuestión de seguridad, debido a que una vivienda en mal estado puede ser peligrosa para los habitantes. Las estructuras podrían colapsar o presentar daños que ponen en riesgo la integridad de las personas que viven en ellas.

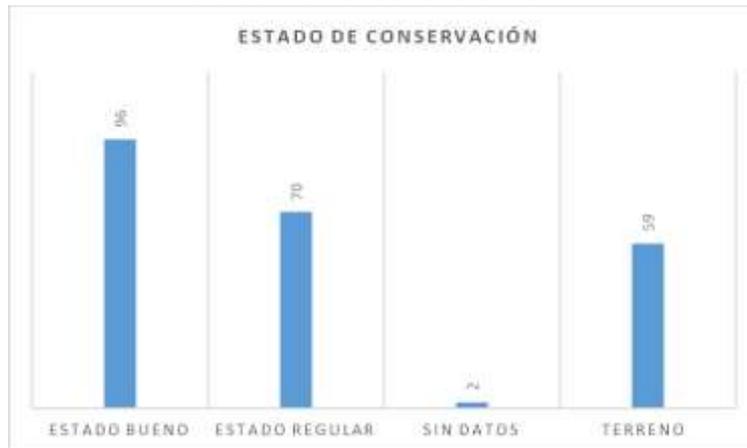
A la vez, la conservación de la vivienda tiene relación con la prevención de daños económicos. Las personas que viven en viviendas de mala calidad tendrán que hacer constantes reparaciones que implicarán gastos económicos que pueden ser prevenidos con la conservación de las viviendas.

La exposición de las viviendas al río Quesermayo también puede ser un factor a considerar en relación con la conservación de las viviendas. Pues ubicadas en las riberas del río están más expuestas a daños debido a inundaciones, erosiones, marejadas y otros eventos que puedan afectar su estabilidad y condiciones de seguridad.

En un trabajo actualizado de campo por el equipo técnico se evidenció el estado de conservación de las viviendas en la localidad de Taray, con diferentes variantes las cuales derivan en resultados de la siguiente información.

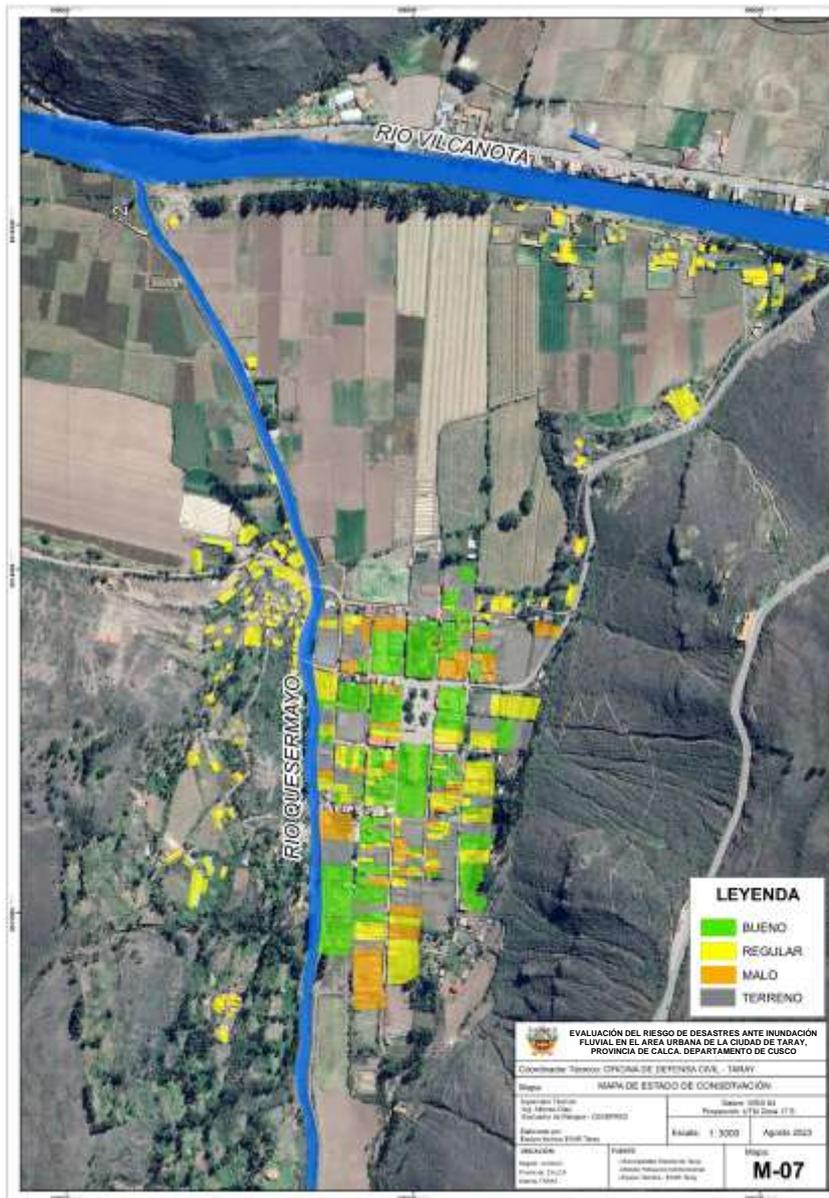


Gráfico N° 6: estado de conservación



Fuente: equipo técnico EVAR – 2023

Figura N° 12: Mapa de estado de conservación





2.3.4.5. ALTURA DE EDIFICACIÓN

El CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de Desastres) ha planteado que la altura de las edificaciones en las zonas de alto riesgo es un factor muy importante en el enfoque de prevención y mitigación de riesgos ante desastres, además ha establecido que la determinación de la altura máxima de las edificaciones debería estar en función de la evaluación del riesgo de inundación, según la localización del sector, el tipo de carga del terreno y la topografía de la zona.

En un trabajo de campo por el equipo técnico EVAR 2023, en la zona urbana central del pueblo de Taray, levanto información respecto a la cantidad de viviendas con altura de edificación de uno, dos, tres y cuatro pisos con evidencia de ser construcciones nuevas con las siguientes variables.

Viviendas de 1, 2, 3, 4 pisos y (SD) viviendas sin datos.

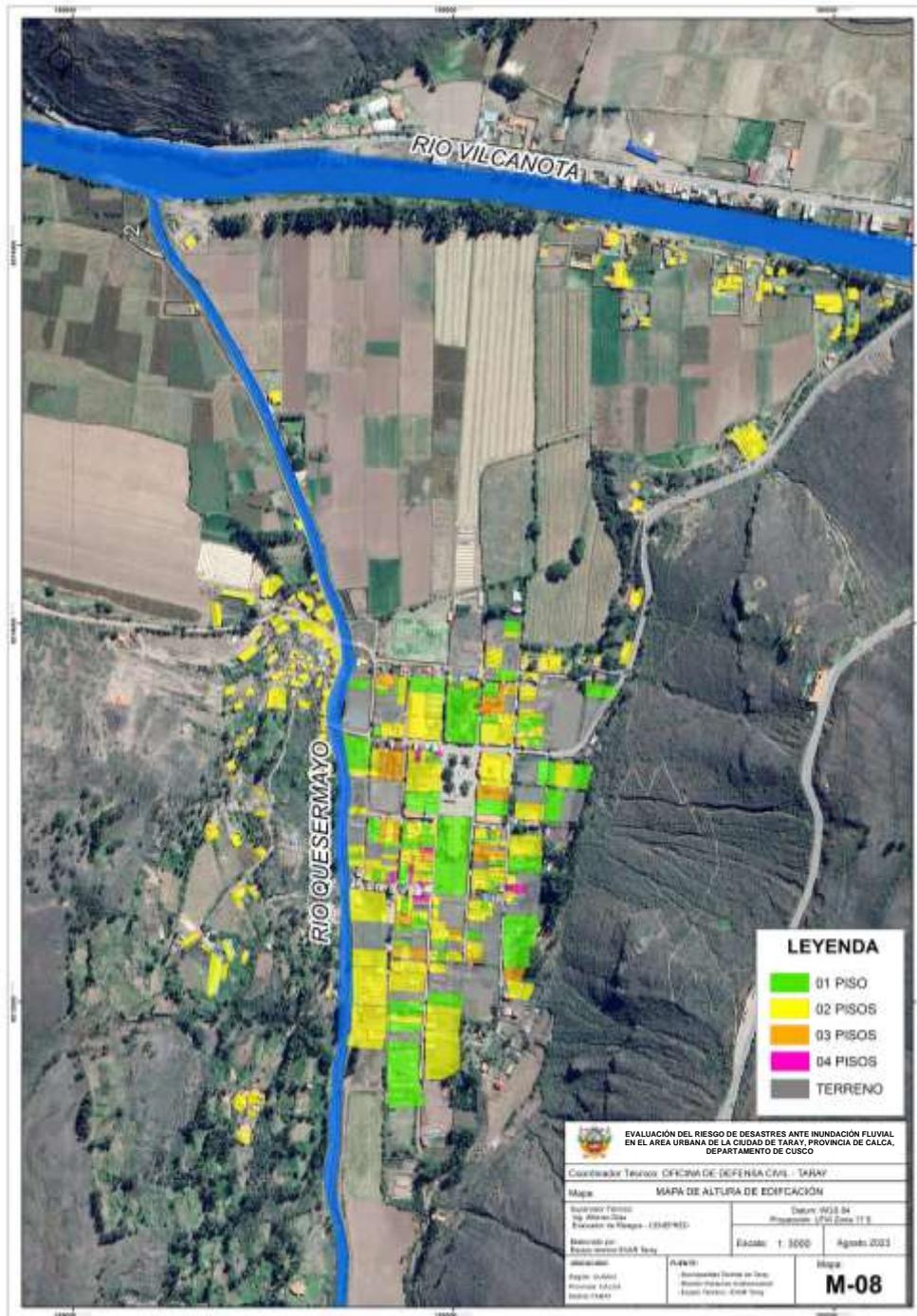
Gráfico N° 7: altura de edificación



Fuente: equipo técnico EVAR- 2023



Figura N° 13: Mapa de altura de edificación



Fuente: equipo técnico EVAR- 2023

2.3.5. ANÁLISIS DEL NIVEL DE ORGANIZACIÓN SOCIAL ANTE DESASTRES

2.3.5.1. ORGANIZACIÓN SOCIAL

Las organizaciones sociales forman parte de una iniciativa de desarrollo sostenible y de vinculación comunitaria, en la cual se busca el progreso económico, social y cultural de la población del distrito, un ejemplo de esto es el apoyo a la formación de grupos productivos locales, como huertas familiares, que no sólo promueven el autoabastecimiento, sino la



generación de un producto que se puede comercializar, lo que ayuda a fortalecer la economía del distrito.

En el Plan de Desarrollo Concertado Del Distrito de Taray 2018 - 2021 Con Prospectiva Al 2030, hay dos áreas de acción en cuanto a organizaciones sociales, la primera es la de "Las organizaciones campesinas", que son, básicamente, los sindicatos y las asociaciones de agricultores, que trabajan por la mejora de la calidad de vida de la población rural.

La segunda área de acción es la de "Las organizaciones vecinales", que incluyen a las asociaciones vecinales y comunitarias, que se ocupan de los asuntos relacionados con los problemas locales, como la seguridad y la limpieza de las calles.

En una tercera área de acción, que es la de "Las organizaciones juveniles", que consisten en asociaciones, clubes y otras organizaciones que promueven las actividades recreativas, la participación social y la educación de los jóvenes. Algunas de estas organizaciones tienen sedes en el distrito y son apoyadas por la Municipalidad Distrital de Taray.

En el distrito de Taray, hay diferentes tipos de organizaciones, como ONG's (organizaciones no gubernamentales), organizaciones comunitarias, la Municipalidad, asociaciones de vecinos, grupos de trabajadores, organizaciones estudiantiles y grupos de mujeres, entre otras.

En el distrito de Taray, se plantean las principales prioridades para el desarrollo social y económico del distrito. Entre ellas se encuentran las siguientes: mejorar las condiciones de vida de la población, mejorar la calidad de la infraestructura, promover la inclusión social, desarrollar la economía local, preservar el medio ambiente y fomentar la cultura.

Tabla N° 11: Lista de organizaciones sociales del distrito de Taray

Nº	Organización social de base Taray	Actividad principal
1	Grupo campesino San Isidro de Lllamarumi	Temas agrícolas
2	Comunidad campesina de Huaynataray	Temas agrícolas
3	JASS Taray	Administración de agua y saneamiento.
4	Comité de usuarios de riego Quesermayo, Taray, Paullogrande	Temas agrícolas, programaciones de riego.
5	Asociación de productores orgánicos Virgen de Rosario	Promoción de la horticultura y fruticultura
6	Asociación de mototaxis Virgen de Rosario	Servicio de movilidad local Taray - Pisac
7	Asociación de comerciantes artesanos de mirador Taray.	Promoción de artesanía en el mirador de Taray
8	Asociación de comerciantes artesanos de mirador Taray "Huaynataray".	Promoción de artesanía en el mirador de Taray
9	Asociación Provivienda Ñaupañan	Temas agrícolas y de viviendas.
10	SERVOLTA (servicio de voluntariado Taray)	Grupo de apoyo vecinal en caso de emergencias y desastres.

Fuente: equipo técnico EVAR 2023.

Finalmente, la organización social del distrito de Taray ha sido importante para la integración de la población, ya que ha permitido reducir la desigualdad y mejorar la cohesión social. Así, el distrito de Taray se ha convertido en un ejemplo de integración e inclusión social, así como de movilidad social y aprovechamiento de las oportunidades.

De todas las organizaciones sociales del distrito de Taray, no existen organizaciones sociales permanentes con tareas claras en referencia a la gestión de riesgos de desastres, salvo la



compañía de bomberos con sede en el distrito de Pisac, quien se moviliza en caso de emergencias y desastres al distrito de Taray por su cercanía.

El grupo SERVOLTA, es una organización reciente, con débil organización y últimamente nulo funcionamiento a pesar de la implementación con equipamiento por parte del IMA Cusco, para fines de respuesta rápida y tareas de fortalecimiento de capacidades en gestión de riesgos de desastres, bajo la responsabilidad de la municipalidad distrital de Taray, específicamente de la oficina de defensa civil.

2.3.5.2. ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL

En el marco del Proyecto: “PROTECCION Y CONSERVACION DE LAS MICROCUENCAS DEL RIO QUESERMAYO, DISTRITOS DE TARAY, CUSCO Y SAN SEBASTIAN-PROVINCIAS DE CALCA Y CUSCO”, del P.E.R. INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE– por parte del Gobierno Regional del Cusco, en el año 2018 se ejecutó un sistema de alerta temprana SAT, modelo tecnológico comunitario ante inundaciones.

Durante su implementación del SAT, para la reactivación y mejoramiento del sistema se contó con la instrumentalización de equipos e instrumentos por parte del PER IMA, dentro del componente del proyecto, las cuales precisaran mejor las alertas y alarmas para una eficaz respuesta. Estos equipos se detallan a continuación:

Tabla N° 12: Detalles de los equipos

N°	Instrumento	Cant.	Lugar	Propósito
01	Estación Hidrométrica	02	Chitapampa Huancalle	Medir el aumento del caudal del rio Quesermayo y tributarios para alertar anticipadamente mediante el SAT.
02	Sirena sonora	03	COEL Taray	Alertar y alarmar a la población para la preparación y evacuación por peligro inminente
03	Hitos de control	10	Comunidad de Huancalle	Medir el deslizamiento del cerro Huancalle mediante una estación total.
04	Señalización de vías de evacuación y zona segura	26	arterias de la población de Taray	Orientar a la población en caso de evacuación por peligro inminente
05	Radios VHF	03	COEL Taray	Establecer comunicación alterna y segura en caso de ausencia de señal con monitores Huancalle y SERVOLTA
06	Implementación SERVOLTA (implementos de seguridad).	20	Taray	Contribuir con el fortalecimiento de capacidades de la población ante emergencias y desastres
07	Implementación básica COEL Taray (mapas).	10	COEL Taray	Mantener operativa el COEL Taray, con mapas de información y material de difusión.
08	Paneles informativos. Banner Plan de Evacuación.	02	Municipalidad distrital de Taray.	Mantener permanentemente informado a la población sobre su capacidad de respuesta en caso de emergencias y desastres.

Fuente: Documento SAT – PER IMA.

La Municipalidad distrital de Taray lidera este sistema conjuntamente con las entidades de primera respuesta y el grupo de vecinos organizados denominado SERVOLTA. Para asegurar



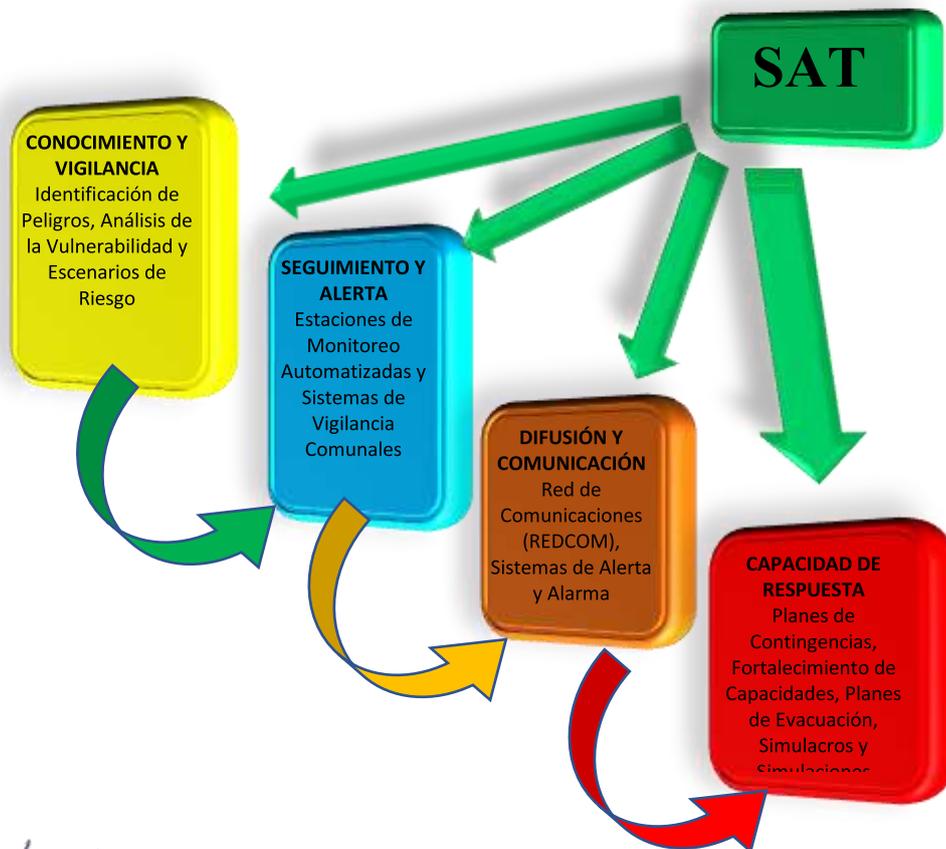
su efectividad, el proceso de preparación se dirige a cuatro tipos de usuarios-beneficiarios del Sistema.

1. **A nivel de Gobierno Local:** técnicos, líderes, profesionales, miembros de la Plataforma de Defensa Civil y funcionarios de la municipalidad.
2. **A nivel Comunitario:** directivos y líderes comunitarios incluyendo organizaciones sociales de base.
3. **Servicios de Voluntariado:** personas voluntarias que radican en la población en riesgo seleccionadas para la funcionalidad y sostenibilidad del Sistema de Alerta Temprana SAT.
4. **A población:** a vecinos de la población de Taray entre adultos, jóvenes y niños, en diferentes calles y jirones.

El sistema de alerta temprana SAT Taray, es un conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información de alerta oportuna y significativa, con el fin de permitir que las personas amenazadas por las inundaciones se preparen y actúen de forma apropiada y con suficiente tiempo de anticipación, para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas y daños.

Este SAT Taray comprende cuatro elementos interrelacionados, que van desde el conocimiento de los riesgos, el monitoreo de los peligros, la comunicación efectiva y la capacidad de respuesta.

Gráfico N° 8: SAT de Taray



Fuente: Documento SAT – PER IMA.



La señalización

El proyecto contempla la señalización de zonas seguras y vías de evacuación en los puntos más visibles y reconocibles dentro de la población de Taray.

Figura N° 14: Señalización de zonas seguras



Fuente: Documento SAT – PER IMA.

Capacidad de respuesta

La participación de los dirigentes y población de las comunidades y en la zona urbana es importante, ya que son los actores principales para el funcionamiento de los Sistemas de Alerta Temprana, para tal fin se conformó el grupo de voluntariado ante emergencias y desastres SERVOLTA.

El Sistema de Alerta Temprana SAT Taray, realiza entrenamientos y capacitaciones de personal para una efectiva función de los mismos.

Figura N° 15: Plan de evacuación ante inundaciones población de Taray - 2018



Fuente: Documento SAT – PER IMA.



2.4. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

2.4.1. GEOLOGÍA

De acuerdo a las observaciones y estudios de campo realizadas por el suscrito, la cartografía geológica elaborada y publicada por el INGEMMET en el boletín No. 65 “Geología de los cuadrángulos Urubamba y Calca a la escala de 1: 100 000, el cartografiado Geológico de la hoja de calca (27s) de la cual el suscrito es coautor, se describe los grupos y/o formaciones geológicas de interés del EVAR a los alrededores de Taray, motivo del presente estudio. Cabe indicar que toda la estratigrafía que se describe, está presente en la zona de estudio.

2.4.1.1. GEOLOGÍA REGIONAL

A. Grupo Copacabana (Pérmico Inferior)

El Grupo Copacabana (Newell et al, 1949) aflora ampliamente en el Anticlinal de Vilcanota y más específicamente cerca de la ciudad de Písaq al pie de carretera que va hacia Calca. Aflora también en la margen derecha e izquierda Taray donde forma el núcleo del Anticlinal de Vilcanota, igualmente, encontramos pequeños afloramientos al norte y noreste de Matinga. Representa aproximadamente un 15% del total de afloramientos.

El Grupo Copacabana está compuesto principalmente por calizas y lutitas de origen marino. Las calizas son de varios tipos, de grano fino, oolíticas o nodulosas, de color gris blanquecino a negro. Las lutitas son negras y carbonosas, conteniendo restos de plantas.

Figura N° 16: Calizas y lutitas negras del grupo Copacabana



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

B. Grupo Mitu (Permo-Triásico)

Litológicamente está constituido por brechas, aglomerados y coladas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas, se intercalan con rocas sedimentarias (conglomerados y



areniscas cuarzosas), caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo.

Las rocas, en general están muy fracturadas por lo que constituyen buenos acuíferos fisurados. Las rocas volcánicas pueden ser utilizadas como materiales de construcción. Están alteradas y muy fracturadas por acción del intemperismo físico, lo que hace que, en las partes altas, con taludes abruptos, originen desprendimientos de rocas y depósitos coluviales y en consecuencia, deslizamientos (zona de Huatta, Qieccayoc, Huancalle, Taray). Este grupo está conformado por dos formaciones: Pisac y Pachatusan. Aproximadamente representa un 35% del área total de afloramientos en la zona.

C. Formación Pisac

La Formación Pisac (Gabelman&Jordan, 1964), aflora en al Anticlinal de Vilcanota, descansando en discordancia sobre el Grupo Copacabana (mirador de Taray), por intermedio, o no, de un nivel volcánico. Posteriormente se tienen secuencias granoestrato crecientes de brechas y conglomerados, intercalados con areniscas y limolitas rojas. Los conglomerados contienen clastos de calizas, volcánicos y cuarcitas, estas secuencias han sido interpretadas como conos aluviales. Entre Huancalle y Taray, se encuentran diaclasadas, lo que da lugar a la caída de grandes bloques como el que encontramos en la parte baja de Huancalle (lecho de río).

Figura N° 17: Imagen perteneciente a la formación Pisac donde se observan limolitas rojas.



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

D. Formación Pachatusan

La Formación Pachatusan (Gregory, 1916) está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo. Las rocas volcánicas, y coladas de color rojo violeta, generalmente están descritas como andesitas, ignimbritas y basaltos. Los afloramientos de rocas volcánicas



de esta formación, se observan ampliamente en la zona de Huancalle hasta Taray, en ambos márgenes de la quebrada Quesermayo. Las rocas están intemperizadas, fracturadas, formando relieves muy abruptos, son fuente de formación de depósitos coluviales, dan origen a desprendimiento de rocas.

En la zona de Huancalle, se encuentran conformando los depósitos aluviales sobre los que se asientan los poblados de Quecayoc, Huatta y Huancalle. Forma parte del material disponible para ser acarreado en los huaycos, que desembocan en la quebrada Quesermayo.

E. Formación Huancané (Cretácico Inferior)

La Formación Huancané (Newell, 1949) reposa en discordancia erosional sobre el Grupo Mitu. Está compuesta por conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas cuarzosas de color blanco de origen fluvial (Carlotto, 1992). La edad asignada indica el Cretácico inferior. Sus afloramientos constituyen un nivel guía en el cartografiado tanto por el color, así como formar acantilados. El espesor es pequeño y varía entre 30 y 150 metros.

Figura N° 18: Intercalación de conglomerados, areniscas que tienen orientaciones horizontales laminares.



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

F. Grupo San Jerónimo

Se observa al sur y suroeste de la zona de estudio, las laderas de los cerros tienen una fuerte pendiente, es la fuente de origen a las gravas y bloques que conforma la mayor parte de la llanura aluvial de la microcuenca Quesermayo.

2.4.1.2. GEOLOGÍA LOCAL

La geología local está compuesta por materiales recientes, pertenecientes al cuaternario en la desembocadura de la microcuenca de Quesermayo donde está ubicada la población de Taray.



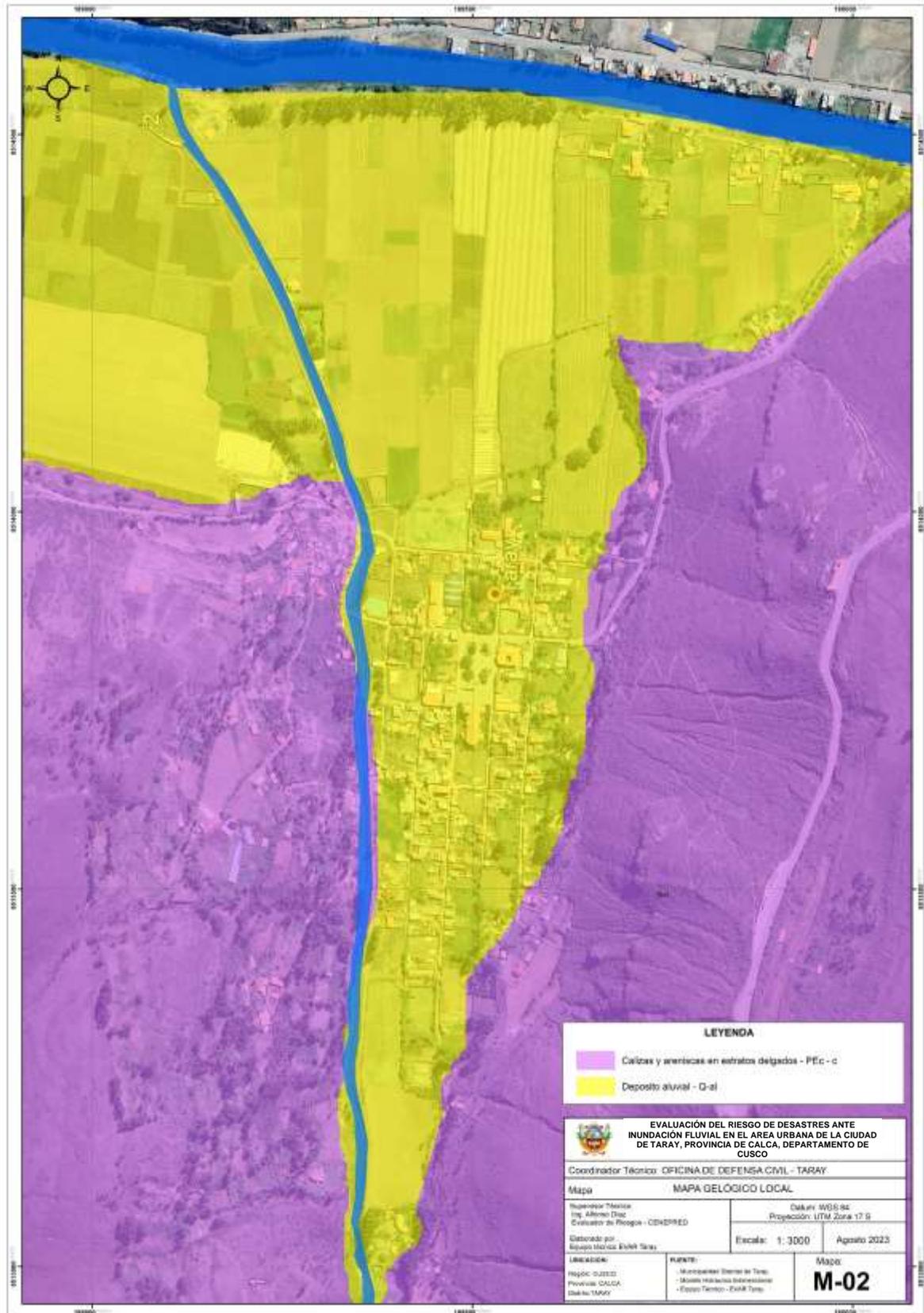
A. Depósitos aluviales

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos aluviales. Estos conos están adosados a la desembocadura de las quebradas adyacentes a la microcuenca Quesermayo, como Taray. Es importante el cono aluvial de del distrito de Taray, donde está conformado por grandes bloques de rocas volcánicas, envueltos por una matriz areno-limosa.

Estos bloques volcánicos provienen de la formación Pisac y Pachatusan debido a que presentan materiales de fácil interperismo y erosión, depositándose por consecuencia de aluviones en el lecho del río Quesermayo.



Figura N° 19: Mapa geológico local



Fuente: Equipo técnico



Figura N° 20: depósito aluvial. Presenta matriz areno limosa, bloques de rocas angulosos y desordenados.



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

Figura N° 21: bloques angulosos y calizas alteradas a margas, provenientes del grupo Copacabana.



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo



Figura N° 22: Imagen de riolita angulosa perteneciente a la formación Pachatusan.



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

2.4.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

A nivel local la microcuenca del Quesermayo se encuentra mayormente sobre depósitos aluviales y depósitos fluviales. El piso está cortado por el río Quesermayo. Las laderas de los cerros están conformadas principalmente por depósitos coluviales o por afloramientos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias en muchos casos muy fracturados que debido a las pendientes muy empinadas y el intemperismo, forman conos aluviales y movimientos de suelos y rocas.

Se puede diferenciar las siguientes unidades geomorfológicas.

2.4.2.1. CÁRCAVAS

Unidad geomorfológica formada a partir de la erosión de los suelos con pendientes pronunciadas o empinadas. Se inicia a través de surcos en el suelo los cuales incrementan sus dimensiones a partir de la acción de escorrentía durante lluvias intensas. En la zona de estudio



estas cárcavas están cubiertas por vegetación, además, no están expuestas a construcciones sin medidas de control.

Figura N° 23: Imagen de cárcavas controladas por vegetación circundante.



Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

2.4.2.2. LADERAS EMPINADAS NO DISECTADA

Las laderas empinadas no disectadas se caracterizan por ser pendientes pronunciadas, aún no erosionadas por acción de ríos o arroyos.

2.4.2.3. LADERAS EMPINADAS CON DISECCIÓN MEDIA

Corresponden a laderas con pendiente inclinada parcialmente erosionada y cortada en segmentos menores por acción de ríos o arroyos. Son paisajes característicos de las regiones montañosas y zonas con topografía abrupta.

2.4.2.4. LADERAS EMPINADAS FUERTEMENTE DISECTADAS

Laderas con pendiente inclinada que fueron ampliamente erosionadas y fragmentadas en secciones múltiples por acción de los ríos y arroyos.

La población de Taray está ubicada en las faldas de cuerpos montañosos, en la desembocadura aluvial. Las laderas empinadas no disectadas, laderas empinadas con disección media y laderas empinadas fuertemente disectadas están presentes en las pendientes de montaña.



Figura N° 24: tipos de laderas en el mirador de Taray.



Ladera empinada no disectada (verde), ladera empinada disección media (ocre) y Ladera empinada fuertemente disectada (marrón). Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

2.4.2.5. TERRAZAS BAJAS

Se encuentran en valles fluviales, resultado de la actividad de los ríos y su proceso de sedimentación a lo largo del tiempo. Son formas elevadas de terreno plano que se desarrollan a ambos márgenes del río, además, están compuestas por depósitos aluviales.

Estas terrazas se caracterizan por ser las más cercanas al río y son más susceptibles a inundaciones periódicas durante las épocas de aumento de caudal.

2.4.2.6. TERRAZAS MEDIAS

Se encuentran en valles fluviales, resultando del proceso de sedimentación. Están ubicadas a diferentes alturas de río compuestas por depósitos aluviales. Se forman a consecuencia del río y su capacidad de transporte y depósito de sedimentos a través del tiempo geológico. Durante las temporadas de crecidas del río, estos sedimentos se depositan en las llanuras de inundación, acumulándose y formando terrazas aluviales medias encontradas a una distancia considerable del río.

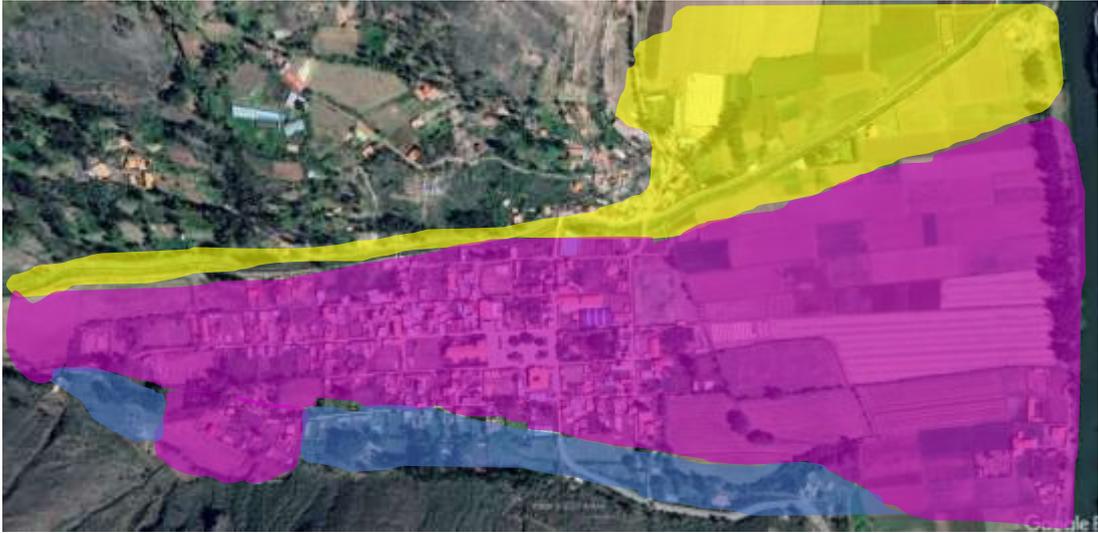
La mayor parte de la población de Taray está ubicada en este tipo de terraza.

2.4.2.7. TERRAZAS ALTAS

Se encuentran en valles fluviales resultado de la actividad de los ríos y procesos de sedimentación. Estas terrazas se forman cuando el río tenía un cauce más alto o más profundo, y durante esos periodos de flujo alto, transportaba y depositaba sedimentos en su llanura de inundación. Con el tiempo estos sedimentos formaron terrazas aluviales altas que se sitúan a cierta distancia por encima del nivel actual del río.

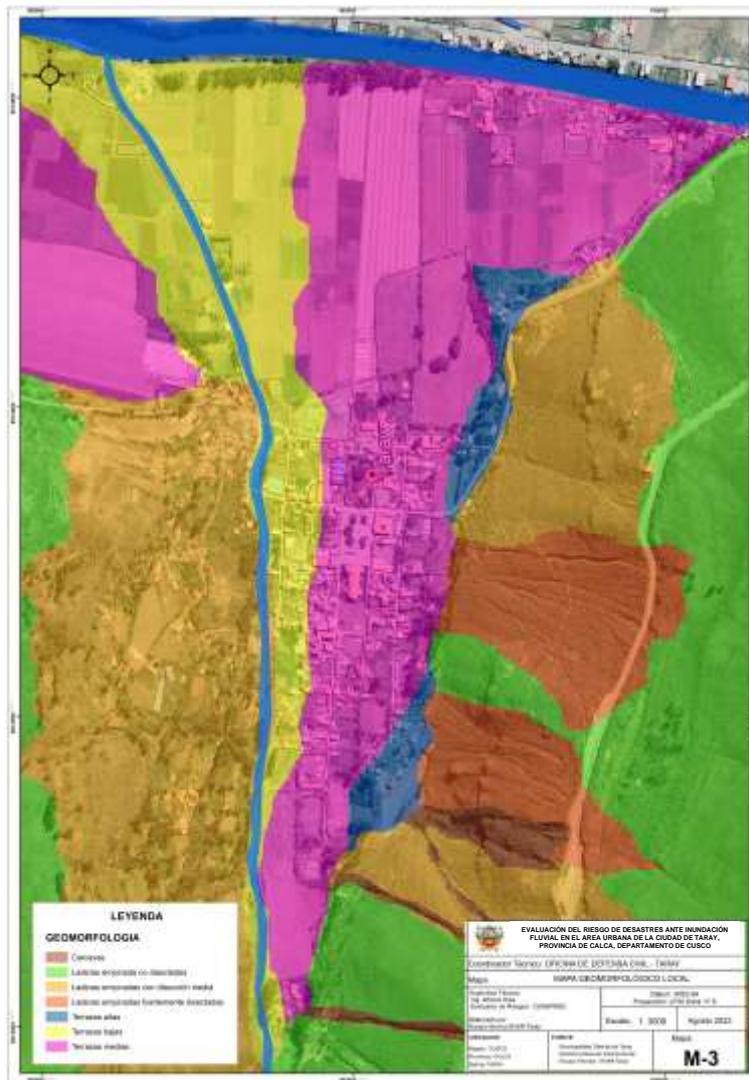


Figura N° 25: Tipos de terraza en el distrito de Taray



Terraza baja (amarillo), Terraza media (lila) y Terraza alta disectada (azul). Fuente: Equipo técnico – Trabajo de Campo

Figura N° 26: Mapa de unidades geomorfológicas



Fuente: Equipo técnico



2.4.3. TOPOGRAFÍA

Analiza la superficie del terreno, es el elemento base para la conformación de un paisaje, entre los cuales se identifican

2.4.3.1. CÓNCAVA

Relieve hundido del terreno; es decir una curvatura negativa, una superficie de terreno cóncava tiene la capacidad de almacenar el agua concentrándose en un espacio definido.

2.4.3.2. PLANA

Relieve de pendiente mínima, no se identifican accidentes geográficos cóncavos o convexos.

2.4.3.3. ELEVADA

Terreno con irregularidades y desniveles debido a diversos procesos geológicos, erosión y desgaste del territorio.

2.4.3.4. INCLINADA

Forma de relieve producido por la erosión en aquellas partes donde los terrenos sedimentarios tienen sus capas inclinadas.

2.4.3.5. EMPINADA

Relieve con inclinación pronunciada, con mayor pendiente; se pueden formar debido a la erosión de grandes montañas o por una falla en el terreno.

2.4.4. PENDIENTE

Uno de los aspectos condicionantes de la inestabilidad de taludes, consideramos es la morfología del terreno, es decir la inclinación del terreno, para distinguir el grado de actividad que presenta y el grado de susceptibilidad a determinados procesos geodinámicos. Por lo que se ha establecido un mapa de pendiente de la micro cuenca (ver plano N°), que sirve para comparar con los otros factores condicionantes.

En los procesos de vertiente se pretende establecer la relación causa efecto entre el nivel de inclinación del terreno y los fenómenos geodinámicos. Son procesos que necesariamente necesitan una inclinación del terreno para producirse como por ejemplo caídas o derrumbes, flujo de detritos. Así pues, la pendiente del talud es decisiva, ya que los terrenos escarpados favorecen los arrastres, posibilitando que se renueve la superficie expuesta a los agentes meteóricos; sin embargo, dificultan la concentración de humedad e impiden la estabilidad necesaria para la meteorización química. A continuación, se detalla los tipos de pendientes existentes en la zona de estudio.

2.4.4.1. ZONA DE PENDIENTE MUY BAJA

Se ha considerado como zonas de muy baja pendiente a las que tienen entre 0.000 y 10.90 de inclinación dentro de las que tenemos en el límite oeste de la cuenca, la zona de puna, en los alrededores de las lagunas Qoricocha y Quellhuacocha, parte alta de Kallarayán, Sequeracay, Corao, Quebrada Jatumpuquio, Huamampata, Matinga, poblado de Huancalle, Taray. La característica de esta zona es la deposición, la acción erosiva es casi nula.



2.4.4.2. ZONA DE PENDIENTE BAJA

Se ha considerado como zonas de pendiente baja a las que tienen entre 10.90 y 22.20, se puede observar en el plano que la mayor concentración de estas pendientes se ubica en los alrededores de Huilcarpata, Sequeracay, Chitapampa, Kallarayán, Queccayoc, Huatta, poblado de Huancalle, etc. (ver plano de pendientes). Existe una erosión incipiente. Si bien es cierto no generan procesos geodinámicos que revistan peligro o amenazas, sin embargo, si son susceptibles de ser afectados directamente por estos procesos con mayor grado de peligrosidad.

2.4.4.3. ZONA DE PENDIENTE MEDIA

Se ha considerado como zonas de pendiente mediana a las que tienen entre 22.20 y 38.60 de inclinación. Las laderas de baja y mediana pendiente, principalmente son ocupadas por depósitos cuaternarios, es decir por morrenas, depósitos fluvioglaciares, deslizamientos antiguos, deslizamientos activos, depósitos coluviales y depósitos mixtos. Estos depósitos han sufrido procesos geodinámicos, de meteorización, erosión o la conjugación de dos o más procesos que han producido estas laderas, los que actualmente son utilizadas como terrenos de cultivo, es decir han alcanzado un estado de estabilidad que han permitido la formación de suelos edáficos importantes.

2.4.4.4. ZONA DE PENDIENTE ALTA

Se ha considerado como zonas de pendiente alta a las que tienen entre 38.60 y 46.80 de inclinación. Está relacionada directamente a la litología de esta micro cuencas, que presentan rocas volcánicas y sedimentarias de fuerte resistencia a la compresión y que tienen mucha inclinación de sus estratos. Las rocas de esta zona se encuentran fracturadas y diaclasadas, producto de los ciclos tectónicos (de deformación) Hercínico y Andino con todas sus fases, en consecuencia, son susceptibles al intemperismo físico, siendo fuente del material coluvial, que posteriormente es acarreado pendiente abajo, constituyendo el material de origen de los movimientos de suelos y masas existentes en la zona. (Ver plano de pendientes)

Las comunidades de Callarayan, Huatta, Queccayoc, parte de Huancalle, se ubican en laderas con esta pendiente, de tal modo que los terrenos de cultivo son proclives a fuertes procesos erosivos que resultan siendo negativos para su estabilidad en el tiempo, considerando estos efectos negativos es que las culturas antecesoras han tratado estas laderas de pendientes pronunciadas con andenes.

Los procesos geodinámicos que generan estas laderas son principalmente procesos gravitacionales que actúa como agente primario, participa en el transporte y moviliza fragmentos de escombros y detritos que se van acumulando progresivamente hasta formar los conos coluviales, en algunos casos activos y en otros casos en estado estabilizado. (Ver plano de pendientes)

2.4.4.5. ZONA DE PENDIENTE MUY ALTA

Se ha considerado como zonas de pendiente muy alta, a las que tienen mayor 46.80 de inclinación. Esta reducida a las zonas que delimitan la micro cuenca, en el que se presentan los acantilados de los cerros con evidencias de glaciaciones y los que recientemente han sido descubiertos de glaciares.



Cabe resaltar que las actividades artificiales o antrópicas, como ampliación de frontera agrícola (cultivos en plena ladera e inadecuado sistema de riego) generan zona de pendientes pronunciadas inestables, las laderas de los cortes de carreteras, cortes de plataforma de canales hidráulicos que se encuentran a lo largo de estas obras de infraestructura civil, en estos casos los cortes se han realizado en rocas de las formaciones paleozoicas, cretácicas y cuaternarias.

En el caso de las rocas Paleozoicas dependiendo de la dirección de estratificación y litología, éstas se convierten en laderas inestables en cuanto los factores desencadenantes como es el agua intervienen, principalmente en temporadas de lluvias. Este proceso se puede evidenciar en los alrededores de Queccayoc, Ccaccacollo, este de Matinga. En las zonas donde las rocas son del Grupo Mitu las laderas de fuerte pendiente no presentan procesos importantes de deslizamientos sino de desprendimientos por el grado de intemperismo. (Ver plano de pendientes).

2.4.5. HIDROLOGÍA

2.4.5.1. OBJETIVO

El presente estudio tiene por objetivo establecer las características hidrológicas de los regímenes de las avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos que conllevan a una real apreciación del comportamiento hidráulico del río Pahuayoc en varios puntos de control que permitan definir los requisitos hidráulicos para la implementación de obras de encauzamiento y/o defensa ribereña, así como su ubicación óptima en función de los niveles de seguridad o riesgos permitidos o aceptables para las características particulares de la estructura.

La información meteorológica, empleada en el desarrollo del presente estudio corresponde a los datos históricos registrados por las estaciones hidrométricas de Pisac, km 105, Paucartambo y Angostura, cuyos registros datan a partir del 1953 y 1964.

La estimación de los caudales máximos medios ha sido determinada para diferentes periodos de retorno considerando el número de años de vida útil de la obra y el riesgo de falla a ser establecida.

2.4.5.2. LOCALIZACIÓN

Ubicación política	Ubicación Hidrográfica	Cuadrícula UTM zona 19
Distrito : Pisac		Este : 175129.999m -192394.00m
Provincia : Calca	Cuenca : Río Vilcanota	Norte : 8504949.787m -8513395.467 m
Departamento: Cusco		Altitud : 3045 -4500 msnm



Figura N° 27: Mapa Hidrográfico



Fuente: Equipo Técnico

2.4.5.3. CUENCA

La determinación de la ubicación de los puntos de control para la zona en estudio, fue realizada de acuerdo a la propuesta establecida en el estudio de perfil del PIP.

Cuenca río Quesermayo (Punto de control Taray)

La cuenca del río Quesermayo punto de control Taray, se desarrolla desde una elevación de 3045.57 msnm a 4500.00msnm; se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 zona 19S Norte 8504949.787 – 851395.467 y Este 175129.00 -192384.00, políticamente, se ubica en el departamento del Cusco, provincias de Calca, distrito de Taray.

Presente una altura media de 3922.957 msnm y un pendiente promedio del terreno de 40.48%, tiene una superficie de 88.359km² con 49.723 km de perímetro; 17.749 km de



longitud del cauce más largo, el número de orden del cauce principal es 2, la pendiente media del río es de 0.0793.

En la tabla 13, se muestran los parámetros físicos de la cuenca del río Quesermayo (puntos de control Taray).

Tabla N° 13: parámetros físicos de la cuenca del río Quesermayo – Pto control Taray

Parámetros			Und	Nomenclatura	Cuenca
Superficie total de la cuenca			Km ²	At	88.36
Perímetro			Km.	P	49.72
RELACIONES DE FORMA	Factor de cuenca	Coeficiente de Compacidad	s/U	$Kc=0.28 P/(At)^{1/2}$	1.492
		Relación de Área	s/U	$n = (\ln(Lr)/1,27))/(\ln(At))$	0.505
	Factor de forma	Longitud (l al curso más largo)	Km.	LB	17.7
		Ancho Medio	Km.	AM = At / LB	4.978
		Factor de Forma	s/U	Ff = AM / LB	0.280
		Rectángulo Equivalente	Lado mayor	Km.	$L=Kc*(\pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/\pi*Kc^2))$
	Lado menor	Km.	B=At/L	4.977	
SISTEMA DE DRENAJE	Grado de ramificación	Longitud total	Km.	Orden 1	10.620
			Km.	Orden 2	7.080
	Numero de ríos para los diferentes grados de ramificación		s/U	Orden 1	3
			s/U	Orden 2	1
	Longitud total, de los ríos de diferentes grados		Km.	Lt	17.700
	Numero de ríos según grados		s/U	N° Ríos	4
	Longitud del río principal		Km.	Lr	17.700
	Densidad de drenaje		Km./ Km ²	Dd= Lt/At	0.200
	Relación de bifurcación		s/U	Rb = N° Rn / (NRn+1)	1.500
	Longitud de flujo de superficie (Equid D=50m)		s/U	$Lo= 1/(2 Dd (1 - Lc2 / lp)^{1/2})$	2.49603
	Extensión media para los diferentes grados		Km.	Es=At/4Lt	1.248
	Frecuencia de los ríos		r/ Km ²	Fr = N° Ríos / At	0.045
Desnivel total de la cuenca			Km.	Ht	1.45425
Desnivel total del río			m.	Htm	1404.25
Altura máxima cuenca			m.s.n.m	Hcu	4500
Altura máxima río			m.s.n.m	Hmáx	4450
Altura mínima río			m.s.n.m	Hmin	3045.75
Altura media de la cuenca			m.s.n.m	Hm	3923
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=50m			%	IP = 100 (D*Lc) /At	27.162
Pendiente cuenca (Sistema. Rectángulo equivalente)			%	lp =100 * Ht / B	29.220
Pendiente media del cauce principal			%	lm	7.93
Long. Total curvas de nivel (Equidistancia D=50m)			Km.	Lc2	480.0

Cuenca rio Quesermayo (Punto de Control Ccaccacollo)

La cuenca del rio Quesermayo punto de control Ccaccacollo, se desarrolla desde una elevación de 3448.874msnm a 4500.0msnm; se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 zona 19S Norte 8504949.787 - 8513395.467 y Este 175129.0 -- 191332.0, políticamente, se ubica en el departamento del Cusco, provincias de Calca, distrito de Taray.

Presenta una altura media de 3942.693 msnm y un pendiente promedio del terreno de 37.63%, tiene una superficie de 69.618 km² con 46.282 km de perímetro; 13.060 km de longitud del cauce más largo, el número de orden del cauce principal es 2, la pendiente media del río es de 0.0767.

La tabla N° 14, se muestran los parámetros físicos de la cuenca del rio Quesermayo (punto de control Ccaccacollo).



Tabla N° 14: parámetros físicos de la cuenca del río Quesermayo – Pto. control Ccaccacollo

Parámetros			Und	Nomenclatura	Cuenca
Superficie total de la cuenca			Km ²	At	69.62
Perímetro			Km.	P	46.28
RELACIONES DE FORMA	Factor de cuenca	Coeficiente de Compacidad	s/U	$Kc=0.28 P/(At)^{1/2}$	1.565
		Relación de Área	s/U	$n = (\ln(Lr)/1,27))/(\ln(At))$	0.477
	Factor de forma	Longitud (l al curso más largo)	Km.	LB	13.1
		Ancho Medio	Km.	AM = At / LB	5.331
		Factor de Forma	s/U	Ff = AM / LB	0.408
		Rectángulo Equivalente	Lado mayor	Km.	$L=Kc*(\pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/\pi*Kc^2))$
		Lado menor	Km.	B=At/L	4.065
SISTEMA DE DRENAJE	Grado de ramificación	Longitud total	Km.	Orden 1	5.224
			Km.	Orden 2	7.836
	Numero de ríos para los diferentes grados de ramificación		s/U	Orden 1	2
			s/U	Orden 2	1
	Longitud total, de los ríos de diferentes grados	Km.	Lt	13.060	
	Numero de ríos según grados	s/U	N° Ríos	3	
	Longitud del río principal	Km.	Lr	13.060	
	Densidad de drenaje	Km./ Km ²	Dd= Lt/At	0.188	
	Relación de bifurcación	s/U	Rb = N° Rn / (NRn+1)	1.000	
	Longitud de flujo de superficie (Equid D=50m)	s/U	$Lo= 1/(2 Dd (1 - Lc2 / lp)^{1/2})$	2.66534	
	Extensión media para los diferentes grados	Km.	Es=At/4Lt	1.333	
Frecuencia de los ríos	r/ Km ²	Fr = N° Ríos / At	0.043		
Desnivel total de la cuenca			Km.	Ht	1.051126
Desnivel total del río			m.	Htm	1001.126
Altura máxima cuenca			m.s.n.m	Hcu	4500
Altura máxima río			m.s.n.m	Hmáx	4450
Altura mínima río			m.s.n.m	Hmin	3448.874
Altura media de la cuenca			m.s.n.m	Hm	3943
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=50m			%	IP = 100 (D*Lc) /At	22.983
Pendiente cuenca (Sistema. Rectángulo equivalente)			%	lp=100 * Ht / B	25.856
Pendiente media del cauce principal			%	lm	7.67
Long. Total curvas de nivel (Equidistancia D=50m)			Km.	Lc2	320.0

Cuenca rio Quesermayo (Punto de Control Kallarayan)

La cuenca del rio Quesermayo punto de control Kallarayan, se desarrolla desde una. elevación de 3547.msnm a 4500.0msnm; se ubica entre las Coordenadas UTM WGS84 zona 19S Norte 8504949.787 - 8513346.500 y Este 175129.000 -- 187951.000, políticamente, se ubica en el departamento del Cusco, provincias de Calca, distrito de Taray.

Presenta una altura media de 3932.845msnm y un pendiente promedio del terreno de 36.79%, tiene una superficie de 50.303 km² Con 38.648 km de perímetro; 11.584 km de longitud del cauce más largo, el número de orden del cauce principal es 1, la pendiente media del rio es de 0.121.

La tabla N° 15, se muestran los parámetros físicos de la cuenca del rio Quesermayo (punto de control Kallarayan).

Tabla N° 15: parámetros físicos de la cuenca del río Quesermayo – Pto. control Kallarayan

Parámetros			Und	Nomenclatura	Cuenca
Superficie total de la cuenca			Km ²	At	50.30
Perímetro			Km.	P	38.65
RELACIONES DE FORMA	Factor de cuenca	Coeficiente de Compacidad	s/U	$Kc=0.28 P/(At)^{1/2}$	1.537
		Relación de Área	s/U	$n = (\ln(Lr)/1,27))/(\ln(At))$	0.492
	Factor de forma	Longitud (l al curso más largo)	Km.	LB	11.6
		Ancho Medio	Km.	AM = At / LB	4.342



SISTEMA DE DRENAJE		Factor de Forma	s/U	$Ff = AM / LB$	0.375	
	Rectángulo Equivalente	Lado mayor	Km.	$L=Kc*(\pi*A)^{1/2}*(1+(1-4/\pi*Kc^2))$	14.118	
		Lado menor	Km.	$B=At/L$	3.563	
	Grado de ramificación	Longitud total		Km.	Orden 1	4.634
				Km.	Orden 2	6.950
	Numero de ríos para los diferentes grados de ramificación		s/U	Orden 1	3	
			s/U	Orden 2	1	
	Longitud total, de los ríos de diferentes grados		Km.	Lt	11.584	
	Numero de ríos según grados		s/U	N° Ríos	4	
	Longitud del río principal		Km.	Lr	11.584	
	Densidad de drenaje		Km./ Km ²	$Dd= Lt/At$	0.230	
	Relación de bifurcación		s/U	$Rb = N^{\circ} Rn / (NRn+1)$	1.500	
Longitud de flujo de superficie (Equid D=50m)		s/U	$Lo= 1/(2 Dd (1 - Lc2 / lp)^{1/2})$	2.17124		
Extensión media para los diferentes grados		Km.	$Es=At/4Lt$	1.086		
Frecuencia de los ríos		r/ Km ²	$Fr = N^{\circ} Ríos / At$	0.080		
Desnivel total de la cuenca			Km.	Ht	1.454893	
Desnivel total del río			m.	Htm	1404.893	
Altura máxima cuenca			m.s.n.m	Hcu	4500	
Altura máxima río			m.s.n.m	Hmáx	4450	
Altura mínima río			m.s.n.m	Hmin	3045.107	
Altura media de la cuenca			m.s.n.m	Hm	3933	
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=50m			%	$IP = 100 (D*Lc) / At$	31.807	
Pendiente cuenca (Sistema. Rectángulo equivalente)			%	$lp=100 * Ht / B$	40.833	
Pendiente media del cauce principal			%	lm	12.13	
Long. Total curvas de nivel (Equidistancia D=50m)			Km.	Lc2	320.0	

Cuenca río Quesermayo (Punto de Control Chitapampa)

La cuenca del río Quesermayo punto de Control Chitapampa, se desarrolla desde una elevación de 3596.761msnm a 4500.000msnm; se ubica entre las coordenadas UTM WGS84 zona 19S Norte 8504949.787 - 8513346.500 y Este 175129.000 -- 187951.000, políticamente, se ubica en el departamento del Cusco, provincias de Calca, distrito de Taray.

Presenta una altura media de 3959.381msnm y un pendiente promedio del terreno de 36.66%, tiene una superficie de 44.688 km² con 39.173 km de perímetro; 8.972 km de longitud del cauce más largo, el número de orden del cauce principal es 1, la pendiente media del río es de 0.095.

La tabla N° 16, se muestran los parámetros físicos de la cuenca del río Quesermayo (punto de control Chitapampa).

Tabla N° 16: parámetros físicos de la cuenca del río Quesermayo – Pto. control Chitapampa

Parámetros			Und	Nomenclatura	Cuenca
Superficie total de la cuenca			Km ²	At	44.69
Perímetro			Km.	P	39.17
RELACIONES DE FORMA	Factor de cuenca	Coeficiente de Compacidad	s/U	$Kc=0.28 P/(At)^{1/2}$	1.653
		Relación de Área	s/U	$n = (\ln(Lr)/1,27))/(\ln(At))$	0.455
	Factor de forma	Longitud (l al curso más largo)	Km.	LB	9.0
		Ancho Medio	Km.	$AM = At / LB$	4.981
		Factor de Forma	s/U	$Ff = AM / LB$	0.555
		Rectángulo Equivalente	Lado mayor	Km.	$L=Kc*(\pi*A)^{1/2}*(1+(1-4/\pi*Kc^2))$
	Lado menor	Km.	$B=At/L$	2.974	
SISTEMA DE DRENAJE	Grado de ramificación	Longitud total	Km.	Orden 1	3.589
			Km.	Orden 2	5.383
	Numero de ríos para los diferentes grados de ramificación	s/U	Orden 1	3	
		s/U	Orden 2	1	
	Longitud total, de los ríos de diferentes grados		Km.	Lt	8.972



Numero de ríos según grados	s/U	N° Ríos	4
Longitud del río principal	Km.	Lr	8.972
Densidad de drenaje	Km./ Km ²	Dd= Lt/At	0.201
Relación de bifurcación	s/U	Rb = N° Rn / (NRn+1)	1.500
Longitud de flujo de superficie (Equid D=50m)	s/U	Lo= 1/(2 Dd (1 - Lc2 / lp) ²)	2.49044
Extensión media para los diferentes grados	Km.	Es=At/4Lt	1.245
Frecuencia de los ríos	r/ Km ²	Fr = N° Ríos / At	0.090
Desnivel total de la cuenca	Km.	Ht	0.903239
Desnivel total del río	m.	Htm	853.239
Altura máxima cuenca	m.s.n.m	Hcu	4500
Altura máxima río	m.s.n.m	Hmáx	4450
Altura mínima río	m.s.n.m	Hmin	3596.761
Altura media de la cuenca	m.s.n.m	Hm	3959
Pendiente de la cuenca (Sistema de Alvord) D=50m	%	IP = 100 (D*Lc) /At	26.853
Pendiente cuenca (Sistema. Rectángulo equivalente)	%	lp =100 * Ht / B	30.366
Pendiente media del cauce principal	%	lm	9.51
Long. Total curvas de nivel (Equidistancia D=50m)	Km.	Lc2	240.0

2.4.5.4. FUENTE DE DATOS

La información hidrométrica utilizada en el presente estudio proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) entidad encargada del Control y toma de información y de EGEMSA. Los registros de caudal máximo medio que intervienen en el presente estudio corresponden a cuatro estaciones, siendo estas las siguientes.

Tabla N° 17: datos técnicos de las estaciones

Estación	Tipo	Latitud	Longitud	Código	Administrador
Pisac	Automática	13°2540'	71°5029'	4722365A	SENAMHI
La Angostura	convencional	15°1001	71°3801'	230501	SENAMHI
Paucartambo	Convencional	13°06'25"	71°4314'	250405	SENAMHI
Km 105	Automática	13°10'00"	72°32'00'		EGEMSA

Los acontecimientos hidrológicos de inundaciones y desbordamientos ocurridos en el mes de enero del 2010, nos debe llevar a repensar en realizar un mayor análisis del nivel de diseño hidrológico para lo cual se deberá tomar en cuenta limites basados en probabilidades (aproximaciones empíricas), análisis riesgo, análisis hidro económico.

2.4.5.5. ESCORRENTÍA

El estudio de la escorrentía en la zona del proyecto está orientado a definir series de caudales máximos medios en los diferentes puntos de control.

Teniendo como datos los registros históricos de caudal máximo medio de las cuatro estaciones consideradas se procede a realizar su análisis de confiabilidad considerado como el análisis de consistencia en las posibles variaciones tanto de la media como de la desviación estándar y del análisis de bondad consistente en el ajuste de la información histórica de caudales a una función de densidad de probabilidad sometida a la verificación de su calidad mediante las pruebas de Chi-Cuadrado, Smirnov Kolmogorov y Anderson Darling; para luego corregir en los caos que sea necesario y proceder a la extensión de los datos a un periodo común.

2.4.5.6. ANÁLISIS REGIONAL DE AVENIDAS



Para el análisis regional de caudales se ha desarrollado dos ecuaciones mediante la relación de los parámetros físicos de área y caudal en la cuenca, el criterio para poder establecer las ecuaciones es el número de orden de cada río, la siguiente tabla muestra las características físicas (área y caudal) de las estaciones hidrométricas consideradas en el estudio:

Tabla N° 18: características físicas de las estaciones hidrométricas

Estación	Área cuenca km ²	Qmax. Mensual medio (m ³ /seg)
Pisac	6911	87.93
La Angostura	1291	28.90
Paucartambo	2035	33.02
Km 105	9160	190.64

La ecuación de la curva de ajuste tipo 1 (Área de cuenca mayor o igual a 40.00 km²) es:

$$\ln(Q) = a + b * A^{2.5} + c(\ln(A))^2$$

Dónde:

Q: Caudal máximo mensual medio (m³/s)

A: Área cuenca (km²)

a= 2.5011373

b= 1.7017985*10⁻¹⁰

c= 0.016613818

El coeficiente de correlación es R2 0.99999999

Y la ecuación de ajuste tipo 2 (Área de cuenca menor a 40.00 km²) es la siguiente:

$$Q^{-1} = a + b * A + \frac{C}{\ln(A)}$$

a= -0.028192243

b= -2.0019952*10⁻⁶

c= 0.47232881

El coeficiente de correlación es R2=0.99996503

El factor de crecimiento o viceversa este dado por: $f = \frac{Q_{medio\ máximo}}{Q_{medio\ Est.base}}$

Factor que será empleado en la determinación de la distribución del caudal máximo medio en los puntos de control.

2.4.5.7. COMPLETACIÓN Y EXTENSIÓN DE DATOS

Evaluada la bondad y consistencia de la información, se procedió a completar los valores faltantes, así como a corregir los valores errados detectados en los registros. La completación y extensión de los datos de las estaciones empleadas en el proyecto se realizaron por medio de correlaciones múltiples entre estas, utilizando el programa HEC- 4PC elaborado por Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers. Los registros históricos de caudal de las estaciones hidrométricas del km 105, Pisac, Paucartambo y Angostura han sido reconstituidos y extendidos hasta el año 2011.

2.4.5.8. GENERACIÓN Y SIMULACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MÁXIMOS

Definida la serie de datos, se procedió a la generación de datos en los puntos de control establecidos para el proyecto Protección y Conservación de las microcuencas del río Quesermayo, distritos de Taray, Cusco y San Sebastián — Provincias de Calca y Cusco, hasta el



año 2011; la ecuación empleada para la determinación del caudal máximo mensual medio es la que se indica a continuación:

$$Q_{i \text{ Pto. control}} = f * Q_{i \text{ Est.base}}$$

Donde Q=Caudal máximo mensual medio

Es importante la elección de la estación base, para determinar la distribución temporal del caudal; para el estudio se ha tomado el criterio de que los puntos de control se enmarcan dentro de los parámetros morfológicos de la cuenca del río Vilcanota, por lo tanto, la estación base asumida es la de Pisac.

Asimismo, se ha simulado datos de caudal para 16 períodos de 38 años (2012 al 2050) para las estaciones hidrométricas asumidas en el estudio.

2.4.5.9. PERÍODO DE RETORNO (T)

El periodo de retorno asumido para el cálculo de los caudales pico por el método de área-caudal ajustada y maximizada a la función de densidad de probabilidad del tipo Log Normal 3P. Para los puntos de control Ccaccacollo y Kallarayan en los afluentes al río Quesermayo se ha estimado en T=100 años que corresponde a una vida útil de n=25 años y un riesgo de falla de aproximadamente de R=22%.

Para los puntos de control Taray, Ccaccacollo, Kallarayan y Chitapampa en el río Quesermayo, se ha determinado un período de retorno de T= 500 años que corresponde a una vida útil de 25 años y un riesgo de falla de aproximadamente del 5%.

Esta diferencia se basa debido al nivel de cuenca y a los asentamientos de poblados aguas debajo de cada punto de control, así como a la importancia de la inversión económica a ser ejecutada en el proyecto.

2.4.5.10. ANÁLISIS DE AVENIDA MÁXIMA DE DISEÑO

Considerando la serie de los datos de caudal generados y simulados en los puntos de control establecidos se ha procedido a estimar la avenida máxima de diseño para el dimensionamiento de las diferentes infraestructuras a ser construidas. En el análisis de frecuencia del caudal máximo medio se utilizó 64 funciones de densidad de probabilidad, resultando la de mayor ajuste la distribución Lognormal 3P, según las pruebas de bondad de ajuste (kolmogorov Smirnov, Anderson Darling y Chi Cuadrado), el cuadro siguiente muestra el caudal de diseño para diferentes periodos de retorno (T), asumiendo diferente periodo de vida útil (n) años y riesgo de falta (R).

Tabla N° 19: caudal de diseño para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno T (años)	Riesgo de falla asumido	Qmax mens. Medio Taray (m³/seg)*	Qmax mens. Medio Ccaccacollo (m³/seg)*	Qmax mens. Medio Kallarayan (m³/seg)*	Qmax mens. Medio Chitapampa (m³/seg)*	Qmax mens. Medio Ccaccacollo (m³/seg)**	Qmax mens. Medio Kallarayan (m³/seg)**
100	222%	125.14	120.89	115.65	112.45	13.77	34.438
200	12%	142.27	137.44	131.48	127.85	15.66	39.154
500	5%	166.41	160.78	153.80	149.55	18.31	45.804
1000	2%	185.90	179.61	171.80	167.06	20.46	51.17

*Puntos de control en el río Quesermayo



**Puntos de control en los ríos afluentes al río

Los caudales de diseños asumidos para los puntos de control en el río Quesermayo corresponden a un periodo de retorno de 500 años y para los ríos afluentes a este como son el río Ccaccacollo y Kallarayan en 100 años.

La determinación del periodo de retorno se fundamenta básicamente en la importancia y seguridad que la infraestructura deba brindar a los pobladores asentados aguas debajo de los puntos de control, consecuentemente el riesgo de falla a ser asumido debe ser el menor posible.

Una vez determinado los caudales de diseño se ha procedido a simular su comportamiento hidráulico (variación de los niveles de agua), considerando el tramo a ser analizado en cada punto de control (secciones transversales del cauce del río); para esto se ha empleado el software HEC-RAS. La altura libre considerada desde la cota superior de la corona del gavión al nivel ocupado por el agua es considerada como holgura, resguardo (bordo libre) para tener en cuenta por ejemplo los objetos flotantes que lleve la avenida.

2.4.5.11. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

El arrastre de fondo debe constituir un porcentaje considerable del total de sedimentos transportados por el río Quesermayo y los ríos afluentes a este. Lamentablemente una medición directa del material arrastrado se considera impracticable teniéndose que recurrir en consecuencia a su evaluación por métodos teóricos.

Considerando los caudales máximos de diseño, la topografía del tramo (secciones transversales) y las características de los sedimentos en los puntos de control establecidos procedemos a determinar los volúmenes de arrastre de fondo y por consiguiente la variación de los niveles de fondo de los cauces.

Para lo cual se ha empleado el programa HEC-RAS en su módulo análisis de transporte de sedimentos.

La función de transporte de sedimento asumida es la de Meyer Peter Muller. Las características granulométricas del material acarreado se han tomado del informe geotécnico. Del análisis de los resultados, se muestra a continuación las alturas máximas de variación del fondo del cauce para cada punto de control:

Tabla N° 20: puntos de control sector Taray

Río	Puntos de control	Estación	Distancia	Elevación del lecho	Cambio en el lecho	Masa de sedimentos transportada	Caudal	Velocidad	Esfuerzo cortante	Capacidad de transporte
River	Checkpoint	RS	Ch Dist	Ch invert El (m)	Invert Change (m)	Mass out: All (tons)	Folw (m³/s)	Velocidad	Shear Stress (pa)	Mass Capacity: All (tons/day)
Quesermayo	Taray	1980	20	3065.267	0.000	45.580	166.410	5.401	71.989	43756.440
Quesermayo	Taray	1960	20	3064.117	-0.041	47.073	166.410	4.645	39.425	45960.890
Quesermayo	Taray	1940	20	3061.393	0.055	45.771	166.410	4.497	43.220	41538.240
Quesermayo	Taray	1920	20	3058.777	0.048	44.024	166.410	4.579	45.057	40162.530
Quesermayo	Taray	1900	20	3057.070	0.051	41.960	166.410	4.505	42.556	38050.700
Quesermayo	Taray	1880	20	3055.968	0.031	40.252	166.410	4.464	51.392	36660.280
Quesermayo	Taray	1860	20	3053.713	-0.020	41.662	166.410	4.575	44.531	40829.980
Quesermayo	Taray	1840	20	3051.935	-0.027	42.343	166.410	4.659	46.761	41069.430
Quesermayo	Taray	1820	20	3049.141	-0.017	42.635	166.410	4.683	48.746	41116.420
Quesermayo	Taray	1800	20	3047.711	-0.024	43.755	166.410	4.742	44.555	42658.680



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

Río	Puntos de control	Estación	Distancia	Elevación del lecho	Cambio en el lecho	Masa de sedimentos transportada	Caudal	Velocidad	Esfuerzo cortante	Capacidad de transporte
Quesermayo	Taray	1780	20	3044.766	-0.018	43.747	166.410	4.860	52.373	41979.000
Quesermayo	Taray	1760	20	3043.751	0.013	42.404	166.410	4.798	52.752	39688.200
Quesermayo	Taray	1740	20	3042.811	0.031	40.242	166.410	4.509	53.843	36536.530
Quesermayo	Taray	1720	20	3041.228	0.028	39.348	166.410	4.346	47.013	36063.990
Quesermayo	Taray	1700	20	3040.252	0.021	39.004	166.410	4.340	43.761	36254.460
Quesermayo	Taray	1680	20	3038.553	0.022	38.045	166.410	4.340	48.269	35066.880
Quesermayo	Taray	1660	20	3037.456	0.026	36.642	166.410	4.340	45.728	33492.680
Quesermayo	Taray	1640	20	3034.874	0.030	34.894	166.410	4.340	56.448	31246.840
Quesermayo	Taray	1620	20	3033.988	0.019	33.606	166.410	4.480	50.272	30582.570
Quesermayo	Taray	1600	20	3031.686	0.014	32.752	166.410	4.643	58.053	30088.810
Quesermayo	Taray	1580	20	3030.815	0.007	31.661	166.410	4.606	55.257	29147.550
Quesermayo	Taray	1560	20	3028.783	-0.008	31.011	166.410	4.550	51.654	29359.090
Quesermayo	Taray	1540	20	3027.785	-0.016	30.661	166.410	4.557	45.433	29040.300
Quesermayo	Taray	1520	20	3026.477	-0.012	31.231	166.410	4.618	52.593	30380.330
Quesermayo	Taray	1500	20	3025.302	-0.003	32.117	166.410	4.588	53.894	31463.030
Quesermayo	Taray	1480	20	3024.278	-0.003	33.015	166.410	4.419	48.384	32287.140
Quesermayo	Taray	1460	20	3023.536	-0.006	34.394	166.410	4.366	47.014	33921.350
Quesermayo	Taray	1440	20	3022.938	-0.024	35.266	166.410	4.457	43.433	33943.530
Quesermayo	Taray	1420	20	3021.288	-0.004	36.442	166.410	4.521	47.502	35749.790
Quesermayo	Taray	1400	20	3019.824	0.000	36.733	166.410	4.495	48.693	35339.830
Quesermayo	Taray	1380	20	3018.353	-0.003	36.934	166.410	4.491	44.985	35581.460
Quesermayo	Taray	1360	20	3017.081	0.004	36.841	166.410	4.568	49.396	34910.150
Quesermayo	Taray	1340	20	3016.294	0.008	36.690	166.410	4.630	50.330	34469.520
Quesermayo	Taray	1320	20	3015.706	-0.003	36.683	166.410	4.634	48.290	35137.460
Quesermayo	Taray	1300	20	3014.821	-0.011	36.897	166.410	4.641	45.333	35559.340
Quesermayo	Taray	1280	20	3013.572	0.000	36.716	166.410	4.656	48.681	34944.580
Quesermayo	Taray	1260	20	3013.047	0.009	36.420	166.410	4.627	47.698	34119.630
Quesermayo	Taray	1240	20	3012.462	0.017	36.027	166.410	4.561	50.550	33260.310
Quesermayo	Taray	1220	20	3011.791	0.016	35.541	166.410	4.497	49.796	32812.230
Quesermayo	Taray	1200	20	3011.109	0.003	35.242	166.410	4.474	47.184	33233.460
Quesermayo	Taray	1180	20	3010.432	-0.003	35.016	166.410	4.475	48.135	33429.320
Quesermayo	Taray	1160	20	3009.762	-0.002	34.858	166.410	4.443	46.235	33300.120
Quesermayo	Taray	1140	20	3009.189	0.002	34.794	166.410	4.387	49.597	32997.730
Quesermayo	Taray	1120	20	3008.608	0.004	34.798	166.410	4.350	50.086	32972.150
Quesermayo	Taray	1100	20	3008.003	-0.004	35.172	166.410	4.340	47.812	34035.030
Quesermayo	Taray	1080	20	3007.437	-0.015	36.443	166.410	4.339	44.809	35758.380
Quesermayo	Taray	1060	20	3007.015	-0.008	36.858	166.410	4.340	48.672	35650.610
Quesermayo	Taray	1040	20	3006.971	-0.039	39.518	166.410	4.341	45.579	39535.630
Quesermayo	Taray	1020	20	3000.792	-0.041	42.744	166.410	4.339	40.528	42804.980
Quesermayo	Taray	1000	20	3005.435	0.023	40.769	166.410	4.339	42.926	37299.360
Quesermayo	Taray	980	20	3004.907	0.055	38.139	166.410	4.339	46.768	33318.590
Quesermayo	Taray	960	20	3034.327	0.045	35.517	166.410	4.339	48.337	30982.970
Quesermayo	Taray	940	20	3003.677	0.017	33.789	166.410	4.370	50.268	30290.810
Quesermayo	Taray	920	20	3003.018	0.003	32.670	166.410	4.401	46.072	30357.080
Quesermayo	Taray	900	20	3002.415	0.014	31.608	166.410	4.264	46.647	28669.900
Quesermayo	Taray	880	20	3002.391	0.070	29.874	166.410	4.007	39.348	25392.520
Quesermayo	Taray	860	20	3002.195	0.155	22.791	166.410	3.543	31.730	17236.810
Quesermayo	Taray	840	20	3001.253	0.170	12.676	166.410	2.768	21.138	7025.330
Quesermayo	Taray	820	20	3000.690	0.058	8.395	166.410	2.342	12.344	3391.471
Quesermayo	Taray	800	20	3001.355	-0.045	10.709	166.410	2.902	26.809	11706.690
Quesermayo	Taray	780	20	3001.419	-0.034	10.589	166.410	3.707	37.642	8413.471
Quesermayo	Taray	760	20	2899.890	-0.031	10.221	166.410	3.959	48.577	7616.060
Quesermayo	Taray	740	20	3000.482	-0.074	9.899	166.410	3.905	36.051	7313.635
Quesermayo	Taray	720	20	2999.849	-0.080	19.724	166.410	3.714	36.765	25906.410
Quesermayo	Taray	700	20	2999.540	-0.040	21.768	166.410	3.821	38.338	21798.980
Quesermayo	Taray	680	20	2999.196	-0.099	30.324	166.410	4.105	38.448	34072.020
Quesermayo	Taray	660	20	2998.740	-0.142	34.429	166.410	4.144	38.716	35464.630
Quesermayo	Taray	640	20	2998.258	-0.010	36.481	166.410	4.241	43.887	36313.580
Quesermayo	Taray	620	20	2997.745	0.007	37.100	166.410	4.338	46.582	35001.080
Quesermayo	Taray	600	20	2997.290	0.015	37.076	166.410	4.339	48.970	34887.080
Quesermayo	Taray	580	20	2996.814	0.004	37.094	166.410	4.338	49.897	35446.160
Quesermayo	Taray	560	20	2996.226	-0.042	40.635	166.410	4.337	44.432	41122.480
Quesermayo	Taray	540	20	2995.696	-0.023	43.330	166.410	4.339	44.985	43072.020



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

Río	Puntos de control	Estación	Distancia	Elevación del lecho	Cambio en el lecho	Masa de sedimentos transportada	Caudal	Velocidad	Esfuerzo cortante	Capacidad de transporte
Quesermayo	Taray	520	20	2995.761	0.000	44.686	166.410	4.3404	44.113	43631.740
Quesermayo	Taray	500	20	2995.043	0.135	38.973	166.410	4.008	38.960	33035.430
Quesermayo	Taray	480	20	2994.954	0.249	26.300	166.410	3.460	30.547	19290.190
Quesermayo	Taray	460	20	2994.371	0.028	23.652	166.410	3.577	30.258	19862.830
Quesermayo	Taray	440	20	2994.112	-0.018	23.666	166.410	4.123	42.721	22533.100
Quesermayo	Taray	420	20	2993.660	-0.023	23.743	166.410	4.337	51.897	22502.480
Quesermayo	Taray	400	20	2993.416	-0.025	23.662	166.410	4.338	44.707	22278.110
Quesermayo	Taray	380	20	2993.154	-0.029	23.561	166.410	4.340	42.924	22100.360
Quesermayo	Taray	360	20	2992.643	-0.029	23.404	166.410	4.341	43.920	21750.060
Quesermayo	Taray	340	20	2991.718	-0.028	23.198	166.410	4.339	49.935	21161.230
Quesermayo	Taray	320	20	2991.049	-0.025	22.977	166.410	4.337	52.001	20826.310
Quesermayo	Taray	300	20	2990.612	-0.028	22.759	166.410	4.336	51.167	20595.190
Quesermayo	Taray	280	20	2990.404	-0.090	16.651	166.410	4.200	39.800	12895.970
Quesermayo	Taray	260	20	2989.924	-0.003	31.974	166.410	4.064	41.587	40049.420
Quesermayo	Taray	240	20	2989.490	0.061	34.626	166.410	3.992	35.531	32735.030
Quesermayo	Taray	220	20	2989.351	0.087	34.515	166.410	3.919	40.125	30160.950
Quesermayo	Taray	200	20	2988.764	0.003	34.637	166.410	4.128	46.879	32900.480
Quesermayo	Taray	180	20	2988.257	-0.004	34.482	166.410	4.225	45.583	32745.090
Quesermayo	Taray	160	20	2987.870	0.024	31.827	166.410	4.123	48.221	28525.800
Quesermayo	Taray	140	20	2987.490	0.002	30.867	166.410	4.362	52.272	28675.220
Quesermayo	Taray	120	20	2985.998	0.000	30.344	166.410	4.408	46.141	28530.760
Quesermayo	Taray	100	20	2986.659	0.044	29.367	166.410	4.108	46.492	25448.470
Quesermayo	Taray	80	20	2985.135	0.002	28.696	166.410	4.272	55.103	26450.190
Quesermayo	Taray	60	20	2985.725	-0.017	28.427	166.410	4.553	59.385	26879.020
Quesermayo	Taray	40	20	2985.371	-0.012	28.179	166.410	4.446	58.467	26559.760
Quesermayo	Taray	20	0	2984.703	0.000	28.179	166.410	4.338	54.188	0.000

Tabla N° 21: puntos de control sector Chitapampa

Río	Puntos de control	Estación	Distancia	Elevación del lecho	Cambio en el lecho	Masa de sedimentos transportada	Caudal	Velocidad	Esfuerzo cortante	Capacidad de transporte
River	Checkpoint	RS	Ch Dist	Ch invert El (m)	Invert Change (m)	Mass out: All (tons)	Folw (m³/s)	Velocity	Shear Stress (pa)	Mass Capacity: All (tons/day)
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10320	20.00006	3605.062	0.0000	659.77	149.55	4.18	37.37	633375.20
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10300	20.00006	3604.490	0.0774	658.33	149.55	4.19	37.09	630545.70
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10280	20.00006	3603.136	0.1136	656.13	149.55	4.19	41.99	626962.70
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10260	20.00006	3602.710	0.0505	655.08	149.55	4.19	42.51	627403.10
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10240	20.00006	3602.286	-0.0106	655.36	149.55	4.19	40.84	629283.40
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10220	20.00006	3602.100	-0.0321	655.88	149.55	4.19	39.01	629870.30
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10200	20.00006	3602.022	-0.0401	656.61	149.55	4.19	37.91	630644.80
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10180	20.00006	3601.667	-0.0117	656.99	149.55	4.19	38.75	630892.30
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10160	20.00006	3601.164	0.0309	656.37	149.55	4.19	43.33	629327.80
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10140	20.00006	3600.644	0.1206	655.43	149.55	4.15	40.51	628032.20
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10120	20.00006	3600.082	0.0919	655.09	149.55	4.11	39.99	628467.40
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10100	20.00006	3599.587	-0.0372	655.00	149.55	4.15	40.66	628687.10
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10080	20.00006	3598.888	0.0173	652.94	149.55	4.19	50.74	623810.60
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10060	20.00006	3598.518	0.0703	651.41	149.55	4.19	53.83	622914.90
Quesermayo en Chita	Chitapampa	10040	20.00006	3598.021	-0.0190	651.68	149.55	4.19	43.97	625771.30

Tabla N° 22: puntos de control sector Kallarayan

Río	Puntos de control	Estación	Distancia	Elevación del lecho	Cambio en el lecho	Masa de sedimentos transportada	Caudal	Velocidad	Esfuerzo cortante	Capacidad de transporte
River	Checkpoint	RS	Ch Dist	Ch invert El (m)	Invert Change (m)	Mass out: All (tons)	Folw (m³/s)	Velocity	Shear Stress (pa)	Mass Capacity: All (tons/day)
Afluente Kallara	Kallarayan	160	20.00006	3551.395	4.86E-02	100.655	34.43999	2.986835	22.12685	96372.13
Afluente Kallara	Kallarayan	140	20.00006	3549.357	6.57E-03	100.6108	34.43999	2.986835	35.6656	9658047
Afluente Kallara	Kallarayan	120	20.00006	3547.758	-7.74E-02	101.069	34.43999	3.44925	36.19018	97206.45
Afluente Kallara	Kallarayan	100	20.00006	3546.405	-0.119528	101.7529	34.43999	3.505702	32.43889	97909.8
Afluente Kallara	Kallarayan	80	20.00006	3545.321	-1.55E-04	101.7453	34.43999	3.393462	30.955	97683.73
Afluente Kallara	Kallarayan	60	20.00006	3544.163	0.1104589	100.6532	34.43999	3.142826	36.68414	96061.65



Río	Puntos de control	Estación	Distancia	Elevación del lecho	Cambio en el lecho	Masa de sedimentos transportada	Caudal	Velocidad	Esfuerzo cortante	Capacidad de transporte
Afluente Kallara	Kallarayan	40	20.00006	3542.747	2.61E-02	100.3437	34.43999	3.065106	31.47684	96221.54
Afluente Kallara	Kallarayan	20	20.00006	3541.778	-2.59E-02	100.4527	34.43999	3.124779	38.09889	96516.46

De los resultados debo indicar que lo marcado de color celeste representa la elevación en el lecho del río del tramo analizado, es decir la sedimentación: lo marcado con color naranja representa la variación del lecho del río en el tramo analizado correspondiente a la socavación. En consecuencia, las alturas de socavación en todo el perímetro del cauce presentan valores de: 14.24 cm, 4.6cm y 11.95 cm para los tramos de Taray, Chitapampa y Kallarayan respectivamente. Cabe indicar que estas alturas de socavación han sido estimadas teniendo en cuenta el caudal máximo de diseño y su duración.

2.4.5.12. CONCLUSIONES

- Las secciones transversales para la determinación de la geometría del encauzamiento han sido obtenidas del levantamiento topográfico realizado en el río Quesermayo y afluentes.
- La información empleada para el análisis hidrológico e hidráulico corresponde a los registros históricos de caudal medio máximo mensual de las estaciones hidrométricas de Pisac, Angostura, Km 105 y Paucartambo.
- Los caudales medios máximos generados en los tres puntos de control se ajustan a la función de densidad del tipo LOG NORMAL 3P.
- El periodo de retorno (T) asumido para la determinación del caudal máximo de diseño es de 500 años para los puntos de control ubicados en el cauce principal del río Quesermayo y para los puntos de control en los afluentes al río Quesermayo se ha establecido en T=100 años, esta diferencia se basa debido al nivel de cuenca y a los asentamientos de poblados aguas debajo de cada punto de control.
- Los diferentes tramos analizados en el río Quesermayo, no presentan una buena estabilidad fluvial, es decir NO existe la garantía de que el río no modificará su recorrido. La historia de este río en los tramos analizados así lo define.

2.4.6. HIDRÁULICA

El objetivo de este análisis es obtener las áreas con riesgo por inundación, por la crecida del río Quesermayo en el tramo de interés, para el periodo de retorno de 100 años; periodo establecido según directiva del ANA (RJ-332-2016-ANA), para cauces naturales colindantes a zona urbana.

2.4.6.1. GENERALIDADES

La modelación bidimensional se ha calculado en base a la malla generada a partir del MDT modelo digital de terreno obtenida del vuelo RPAS para la Quebrada de interés en el sector, la calidad y la precisión del resultado de datos dependen mucho de este mallado, además de la cantidad de celdas que se hayan empleado para su generación.



Es importante señalar que la modelación hidráulica no contempla el último fenómeno del niño del 2017, Para la modelación hidráulica se usó un caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, el cual fue obtenida del estudio de protección y conservación de las microcuencas del río Quesermayo.

Se ha obtenido el mayor detalle posible en el proceso de modelación hidráulica, dado que se consideraron las infraestructuras existentes, tales como las bocatomas aledañas ubicado, que influyan en la dirección de flujo del agua en la inundación, considerando cambios de dirección de flujo.

Para lograr identificar las zonas de inundación se ha realizado el modelamiento y simulación de máximas avenidas, para ello se utilizó el Software IBER 2.5.2, que nos permite trabajar en 2D, representando un flujo bidimensional, a partir de varias opciones de visualización tenemos a continuación los resultados obtenidos de los niveles máximos de agua de velocidades y calado.

2.4.6.2. MODELAMIENTO BIDIMENSIONAL IBER V 2.5.2

Fundamento Hidráulico¹

IBER es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial. El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros. En el módulo hidrodinámico, que constituye la base de Iber, se resuelven las ecuaciones de aguas someras bidimensionales promediadas en profundidad (ecuaciones de St. Venant 2D).

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad, también conocidas como 2D Shallow Water Equations (2D-SWE) o ecuaciones de St. Venant bidimensionales. Dichas ecuaciones asumen una distribución de presión hidrostática y una distribución relativamente uniforme de la velocidad en profundidad. La hipótesis de presión hidrostática se cumple razonablemente en el flujo en ríos, así como en las corrientes generadas por la marea en estuarios. En la actualidad, los modelos numéricos basados en las ecuaciones de aguas someras bidimensionales son los más utilizados en estudios de dinámica fluvial y litoral, evaluación de zonas inundables, y cálculo de transporte de sedimentos y contaminantes.

En el módulo hidrodinámico se resuelven las ecuaciones de conservación de la masa y de momento en las dos direcciones horizontales:

¹ Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E., Dolz, J., Coll, A. (2014). "Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos". Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol.30(1) pp.1-10



$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h U_x}{\partial x} + \frac{\partial h U_y}{\partial y} = M_s$$

$$\frac{\partial h U_x}{\partial t} + \frac{\partial h U_x^2}{\partial x} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial x} + \frac{\tau_{s,x}}{\rho} - \frac{\tau_{b,x}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} + 2 \Omega \sin \lambda U_y + \frac{\partial h \tau_{xx}^*}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{xy}^*}{\partial y} + M_x$$

$$\frac{\partial h U_y}{\partial t} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial x} + \frac{\partial h U_y^2}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial y} + \frac{\tau_{s,y}}{\rho} - \frac{\tau_{b,y}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial y} - 2 \Omega \sin \lambda U_x + \frac{\partial h \tau_{xy}^*}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{yy}^*}{\partial y} + M_y$$

en donde h es el calado, U_x , U_y son las velocidades horizontales promediadas en profundidad, g es la aceleración de la gravedad, Z_s es la elevación de la lámina libre, τ_s es la fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento, τ_b es la fricción debido al rozamiento del fondo, ρ es la densidad del agua, Ω es la velocidad angular de rotación de la tierra, λ es la latitud del punto considerado, τ_{exx} , τ_{exy} , τ_{eyy} son las tensiones tangenciales efectivas horizontales, y M_s , M_x , M_y son respectivamente los términos fuente/sumidero de masa y de momento, mediante los cuales se realiza la modelización de precipitación, infiltración y sumideros.

Se incluyen los siguientes términos fuente en las ecuaciones hidrodinámicas:

- Presión hidrostática
- Pendiente del fondo
- Tensiones tangenciales viscosas y turbulentas
- Rozamiento del fondo
- Rozamiento superficial por viento
- Precipitación
- Infiltración

Se modelan asimismo los frentes seco-mojado, tanto estacionarios como no estacionarios, que puedan aparecer en el dominio. Dichos frentes son fundamentales en la modelización de zonas inundables en ríos, así como en estuarios. De esta forma se introduce la posibilidad de evaluar la extensión de zonas inundables en ríos, así como el movimiento del frente de marea en estuarios y zonas costeras.

2.4.6.3. METODOLOGÍA DEL MODELAMIENTO

La metodología se define en tres procesos principales pre-proceso, calculo y post-proceso como se señalan a continuación.

- Creación o definición de la geometría del área de estudio.
- Condición de borde de ingreso: La ubicación y la longitud de la condición de borde son seleccionadas sobre los elementos de la malla en el IBER, se introduce el caudal total o hidrogramas de ingreso a utilizar, además se define en un régimen de flujo Sub-crítico/crítico o Super-crítico.
- Condiciones de borde de salida: Se asignaron las condiciones de borde a la salida, al igual que las condiciones de ingreso, pero sin Hidrogramas. La ventaja que tiene la modelación bidimensional es la posibilidad de asignar salidas en otros lugares que no sean los cauces de los ríos, es utilizado cuando el área del DEM es limitado.
- Coeficiente de Rugosidad: Se ha determinado diferentes coeficientes de rugosidad en función a las características de uso de suelos y las condiciones actuales del cauce del río Taray.



- Construcción de la malla de cálculo.
- Corrida del modelo: Finalmente se procede a realizar la modelación según los parámetros requeridos, en cuanto a precisión e intervalo de tiempo de reporte de los mapas de inundación, reportando así una secuencia de mapas del probable suceso de inundación.

Ventajas

En primer lugar, este es un programa de simulación en dos dimensiones, el cual permite la simulación de flujos en lámina en agua someras (aguas poco profundas).

El software nos permite calcular la velocidad en 02 direcciones, tanto en “x” como en “y”, permitiendo alcanzar un espejo de agua mucho más detallado (zonas de inundación) a diferencia de un modelo Unidimensional; además de la obtención de niveles de agua.

Caracterización de la Subcuenca del río Santa Taray -tramo de interés

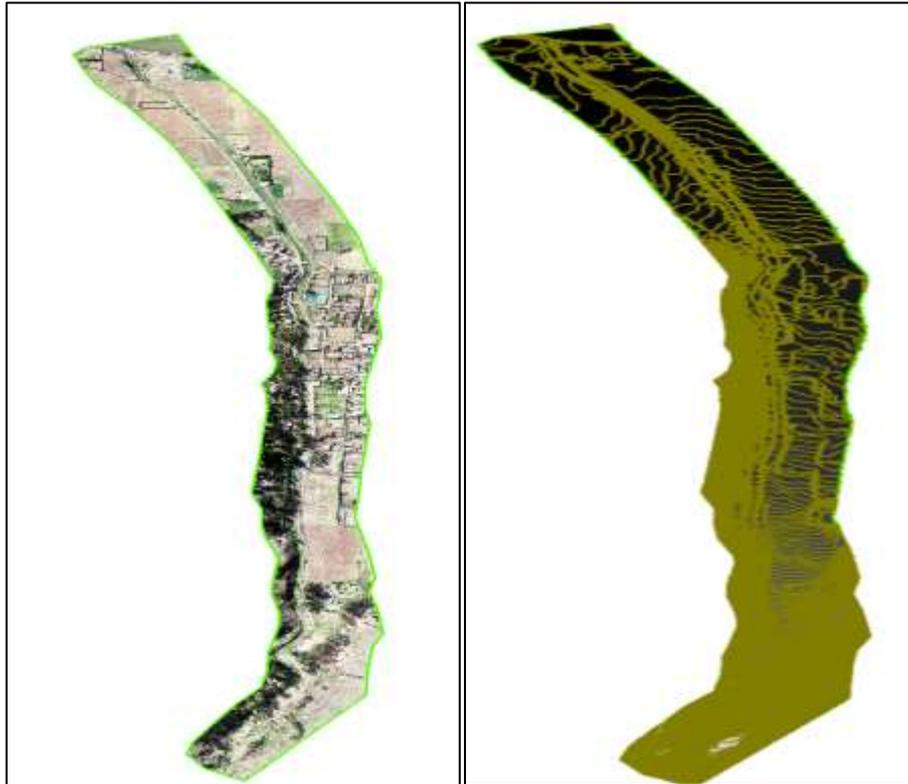
La pendiente longitudinal en el tramo de estudio es de 5.0%, con un ancho variable de 10m a 15m; el cauce está conformado principalmente por suelos con vegetación, gravas. De acuerdo a las tablas de la literatura, se ha considerado un coeficiente de Manning para río, vegetación dispersa e infraestructura para todo el tramo de análisis.

2.4.6.4. TOPOGRAFÍA SUBCUENCA RÍO TARAY – TRAMO DE INTERÉS PARA EL ANÁLISIS

Para el trabajo del modelamiento hidráulico se realizó el levantamiento topográfico del área de interés. La topografía obtenida fue curvas a nivel a cada 1.0m, con esta información se generó la malla triangular con un detalle de 0.2 m. información importante para el modelo hidráulico.



Figura N° 28: Mapa topográfico generada para el modelamiento Hidráulico (Ortofoto – DEM)



Fuente: Equipo técnico LABANI

2.4.6.5. CAUDALES

El caudal utilizado para el modelamiento Hidráulico, se obtuvo del estudio del ANA, en la siguiente Tabla se muestra los caudales máximos según el periodo de retorno de 50,100 y 200 años. Para la modelación hidráulica se utilizó solo el caudal máximo para 100 años.

Tabla N° 23: Caudales Máximos

Subcuenca	Área Km ²	Caudales Máximos (m ³ /s)	
		100 años	200 años
Río Taray	-	125.14	

Fuente: IMA

2.4.6.6. RESULTADOS

De los resultados del modelamiento hidráulico realizados en el tramo de interés, se obtuvo que la quebrada presenta desbordes para un periodo de diseño de 100 años, los tirantes obtenidos van desde los 0.1m a 2.5 m con velocidades variables de 12 m/s, para la zona de interés.

En las siguientes imágenes se muestra la simulación hidráulica, correspondiente al periodo de retorno de 100 años.

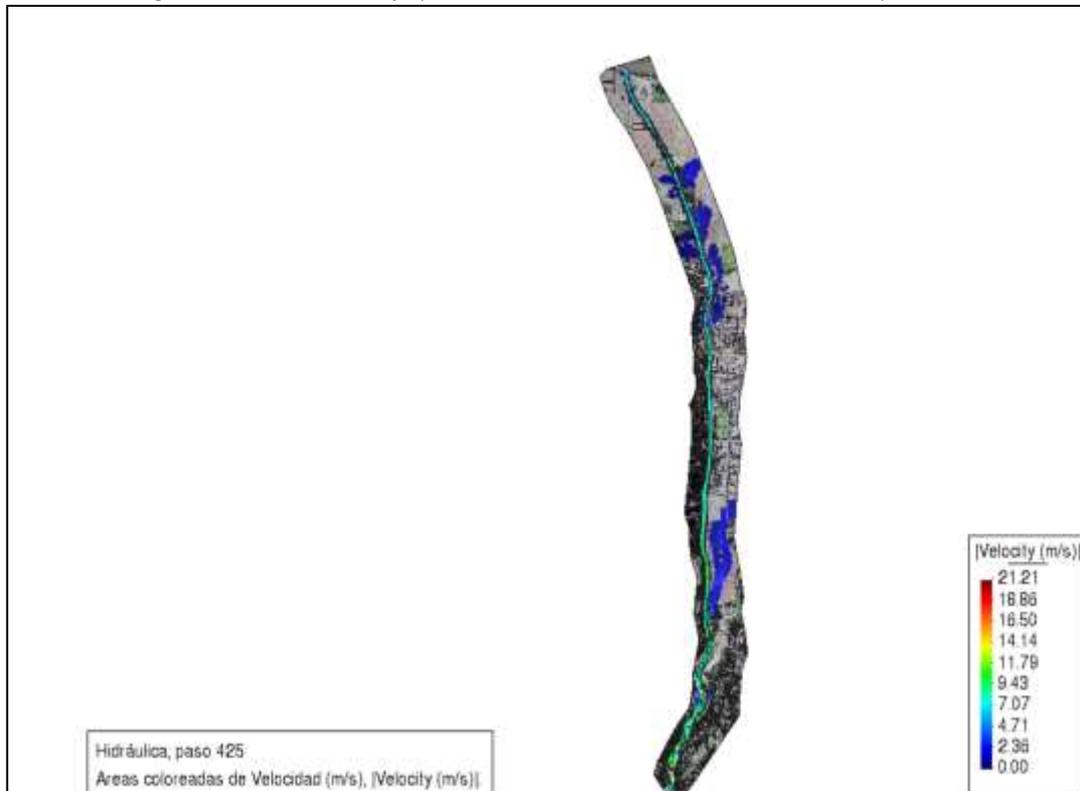


Figura N° 29: Nivel de agua para periodo de retorno de 100años – Subcuenca del río Taray Tramo de interés



Fuente: Equipo técnico LABANI

Figura N° 30: Rango de velocidad del flujo para un $T_r = 100$ años – Subcuenca río Taray –Tramo de interés



Fuente: Equipo técnico LABANI



3. DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

El desarrollo del presente estudio pasa por la integración de diferentes realidades o interpretaciones de una realidad con el fin de estimar las condiciones de riesgo de una manera dinámica, en la que se vinculen procesos ocurridos en el tiempo y se expliquen en función de acciones y procesos sociales, económicos y de ocupación del territorio.

Es en ese sentido que se consideran condiciones y acciones propias de las ciencias geológicas e hidrológicas, para integrarlas todas en un proceso tomando como base el Manual de Evaluación de Riesgos generados por eventos naturales, elaborado por el CENEPRED. Asimismo, para el presente estudio se consideró el desarrollo de un modelo numérico bidimensional IBER que nos permite trabajar en 2D, representando un flujo bidimensional, a partir de varias opciones de visualización de los resultados obtenidos como los niveles máximos de agua de velocidades y calado.

Una vez definidos los elementos físicos que caracterizan las condiciones del peligro por inundación y movimiento sísmico de gran magnitud, se pasa a un análisis multicriterio donde se determina en principio la susceptibilidad a la ocurrencia de determinado peligro, para luego relacionarlo con el evento desencadenante y generar el mapa de peligros.

3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DEL COMPONENTE GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

Una primera fase de investigación bibliográfica y de información existente y otra segunda fase de exploración de campo y toma de datos in situ.

Se dio inicio a la primera fase revisando la información existente de los estudios Geológicos Regionales realizado por el INGEMMET, en especial la referencia del cuadrángulo geológico. De igual manera se revisaron estudios realizados en el distrito, donde destaca la información generada por INGEMMET, instituciones que han hecho evaluaciones generales, más no información detallada de las condiciones locales.

Sobre la base de los datos obtenidos en el campo se realizó la caracterización de las condiciones de los peligros, considerando los generados por fenómenos de geodinámica interna y externa.

3.1.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO

Al igual que en el componente geológico, se ha optado por realizar una investigación que permita conocer antecedentes de eventos extremos que nos ayuden a definir las acciones previas. Para ello se han desarrollado actividades de campo y gabinete, las cuales se describen a continuación.

Trabajo de Campo:

- Se realizó una evaluación de las características geomorfológicas, geológicas cobertura vegetal y observación de marcas de niveles máximos de agua en el c, determinando las potenciales áreas de flujo superficial.



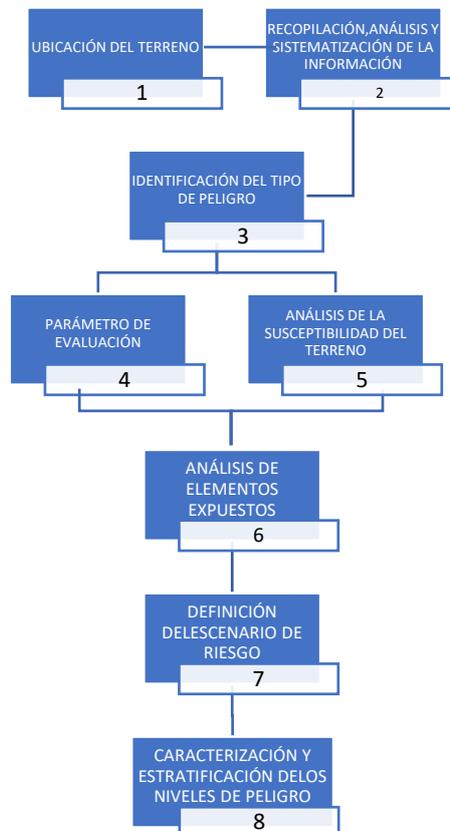
Trabajo de Gabinete:

- Comprende la recopilación y clasificación sistemática de la información de campo.
- Elaboración de planos hidrológicos, que definen los cursos de agua y los límites de cuencas.
- Caracterización del área de drenaje; determinación de parámetros geomorfológicos, características físicas (pendiente, longitud y otros), clasificación de tipos de suelos que permita estimar el comportamiento de la infiltración, cobertura del suelo o uso de suelo para determinar la impermeabilidad de la cuenca, entre otros.
- Análisis y cálculo de precipitaciones máximas extremas para un periodo de retorno de 50, 75, 100, 200 años.
- Cálculo de los caudales de máximas avenidas; se han aplicado modelamientos hidrológicos.

VARIABLES E INDICADORES

- La Precipitación Máxima (PPmax) que se produce en la cuenca da lugar a la generación de caudales extraordinarios. La magnitud de los mismos se genera de acuerdo al área de la cuenca colectora, geomorfología, cobertura vegetal y otros parámetros. Estas variables que interactúan entre sí, dan como resultado el caudal de avenidas en un evento de precipitación máxima.

Gráfico N° 9: Flujograma para la determinación de peligro



Fuente: Dirección de Gestión de Procesos -Sub - Dirección de Normas y Lineamientos CENEPRED



3.1.3. INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El desarrollo del presente estudio pasa por la integración de diferentes realidades o interpretaciones de una realidad con el fin de estimar las condiciones de riesgo de una manera dinámica, en la que se vinculen procesos ocurridos en el tiempo y se expliquen en función de acciones y procesos sociales, económicos y de ocupación del territorio.

Una vez definidos los elementos físicos que caracterizan las condiciones del peligro por sismo e inundación pluvial, se pasa a un análisis multicriterio donde se determina en principio la susceptibilidad a la ocurrencia de determinado peligro, para luego relacionarlo con el evento desencadenante y generar el mapa de peligros. Es en este sentido mediante la metodología planteada por el CENEPRED y las ciencias particulares, se establece una relación de parámetros y descriptores mediante la Matriz de Zatty y el análisis de pares que dan una consistencia estadística a los elementos, que finalmente mediante procesos de relación espacial como son el Overlay se vuelca en el ARCGIS.

3.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

La identificación de los peligros naturales se basa en la dinámica de eventos sísmicos e hidrometeorológicos, en ese sentido se identificaron aspectos basados en estas dinámicas que permitan explicar el comportamiento actual del peligro y su influencia en el área donde se emplaza el Terreno.

Tabla N° 24: Identificación de Peligros en el área de estudio

Evento	Existe	No Existe
Geodinámica interna		
Terremoto		x
Tsunami		x
Erupción Volcánica		x
Geodinámica externa		
Deslizamiento		x
Caída de rocas		x
Hidrometeorológicos		
Inundación fluvial	x	
Inundación pluvial		x
Flujos de lodos		x
Granizada		x
Helada		x

Fuente: Equipo técnico

3.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS

3.2.2.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES GEOLÓGICAS -GEOMORFOLÓGICAS

Las condiciones geológicas del ámbito del proyecto pasan por caracterizar las principales unidades y condiciones de los depósitos que ayudan a caracterizar y definir la susceptibilidad del territorio, el cual permita definir el nivel de comportamiento y el impacto que este tendría sobre las futuras infraestructuras.



- **Geología local**

La geología local está compuesta por materiales recientes, pertenecientes al cuaternario en la desembocadura de la microcuenca de Quesermayo donde está ubicada la población de Taray.

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos aluviales. Estos conos están adosados a la desembocadura de las quebradas adyacentes a la microcuenca Quesermayo, como Taray. Es importante el cono aluvial de del distrito de Taray, donde está conformado por grandes bloques de rocas volcánicas, envueltos por una matriz areno-limosa.

Estos bloques volcánicos provienen de la formación Pisac y Pachatusan debido a que presentan materiales de fácil interperismo y erosión, depositándose por consecuencia de aluviones en el lecho del río Quesermayo.

- **Geomorfología local**

A nivel local la microcuenca del Quesermayo se encuentra mayormente sobre depósitos aluviales y depósitos fluviales. El piso está cortado por el río Quesermayo. Las laderas de los cerros están conformadas principalmente por depósitos coluviales o por afloramientos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias en muchos casos muy fracturados que debido a las pendientes muy empinadas y el intemperismo, forman conos aluviales y movimientos de suelos y rocas.

3.2.2.2. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS

Considerando la serie de los datos de caudal generados y simulados en los puntos de control establecidos se ha procedido a estimar la avenida máxima de diseño para el dimensionamiento de las diferentes infraestructuras a ser construidas. En el análisis de frecuencia del caudal máximo medio se utilizó 64 funciones de densidad de probabilidad, resultando la de mayor ajuste la distribución Lognormal 3P, según las pruebas de bondad de ajuste (kolmogorov Smirnov, Anderson Darling y Chi Cuadrado), el cuadro siguiente muestra el caudal de diseño para diferentes periodos de retorno (T), asumiendo diferente periodo de vida útil (n) años y riesgo de falta (R).

Tabla N° 25: caudal de diseño para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno T (años)	Riesgo de falla asumido	Qmax mens. Medio Taray (m ³ /seg)*	Qmax mens. Medio Ccaccacollo (m ³ /seg)*	Qmax mens. Medio Kallarayan (m ³ /seg)*	Qmax mens. Medio Chitapampa (m ³ /seg)*	Qmax mens. Medio Ccaccacollo (m ³ /seg)**	Qmax mens. Medio Kallarayan (m ³ /seg)**
100	222%	125.14	120.89	115.65	112.45	13.77	34.438
200	12%	142.27	137.44	131.48	127.85	15.66	39.154
500	5%	166.41	160.78	153.80	149.55	18.31	45.804
1000	2%	185.90	179.61	171.80	167.06	20.46	51.17

*Puntos de control en el río Quesermayo

**Puntos de control en los ríos afluentes al río

Los caudales de diseños asumidos para los puntos de control en el río Quesermayo corresponden a un periodo de retorno de 500 años y para los ríos afluentes a este como son el río Ccaccacollo y Kallarayan en 100 años.

La determinación del periodo de retorno se fundamenta básicamente en la importancia y seguridad que la infraestructura deba brindar a los pobladores asentados aguas debajo de los



puntos de control, consecuentemente el riesgo de falla a ser asumido debe ser el menor posible.

Una vez determinado los caudales de diseño se ha procedido a simular su comportamiento hidráulico (variación de los niveles de agua), considerando el tramo a ser analizado en cada punto de control (secciones transversales del cauce del río); para esto se ha empleado el software HEC-RAS. La altura libre considerada desde la cota superior de la corona del gavión al nivel ocupado por el agua es considerada como holgura, resguardo (bordo libre) para tener en cuenta por ejemplo los objetos flotantes que lleve la avenida.

3.2.2.3. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS

La modelación bidimensional se ha calculado en base a la malla generada a partir del MDT modelo digital de terreno obtenida del vuelo RPAS para la Quebrada de interés en el sector, la calidad y la precisión del resultado de datos dependen mucho de este mallado, además de la cantidad de celdas que se hayan empleado para su generación.

Es importante señalar que la modelación hidráulica no contempla el ultimo fenómeno del niño del 2017, Para la modelación hidráulica se usó un caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, el cual fue obtenida del estudio de protección y conservación de las microcuencas del río Quesermayo.

Se ha obtenido el mayor detalle posible en el proceso de modelación hidráulica, dado que se consideraron las infraestructuras existentes, tales como las bocatomas aledañas ubicado, que influyan en la dirección de flujo del agua en la inundación, considerando cambios de dirección de flujo.

Para lograr identificar las zonas de inundación se ha realizado el modelamiento y simulación de máximas avenidas, para ello se utilizó el Software IBER 2.5.2, que nos permite trabajar en 2D, representando un flujo bidimensional, a partir de varias opciones de visualización tenemos a continuación los resultados obtenidos de los niveles máximos de agua de velocidades y calado.

El caudal utilizado para el modelamiento Hidráulico, se obtuvo del estudio del ANA, en la siguiente Tabla se muestra los caudales máximos según el periodo de retorno de 50,100 y 200 años. Para la modelación hidráulica se utilizó solo el caudal máximo para 100 años.

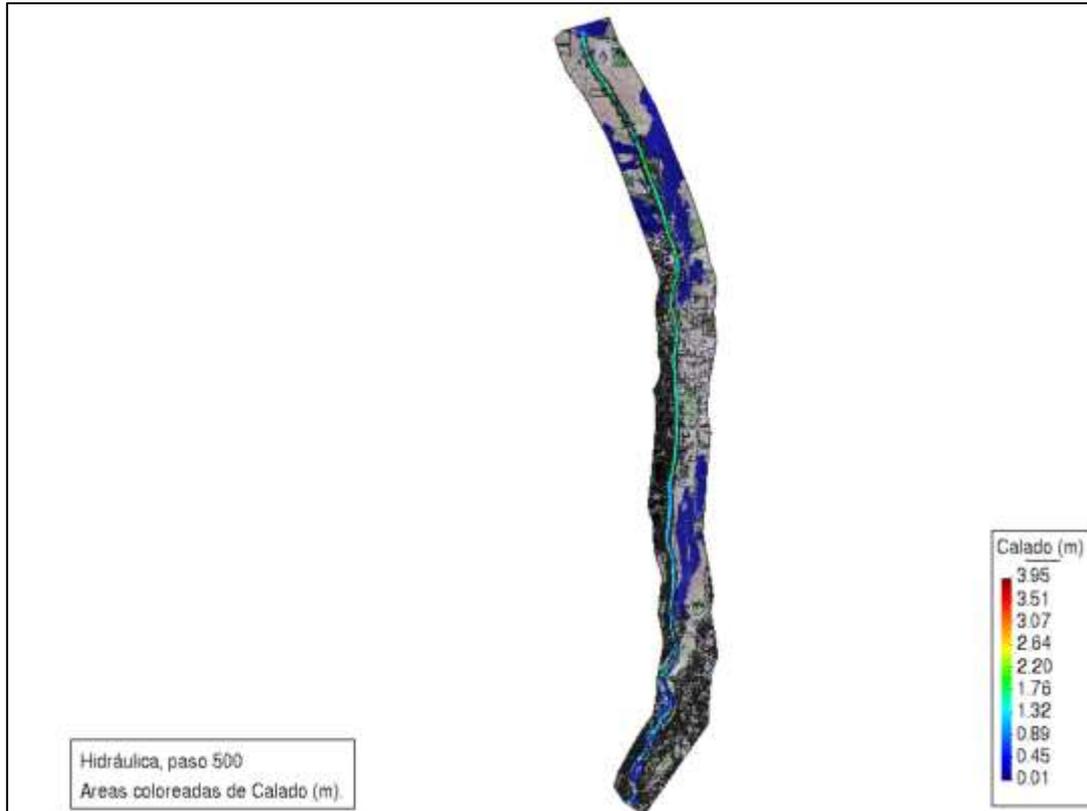
Tabla N° 26: Caudales Máximos

Subcuenca	Área Km ²	Caudales Máximos (m ³ /s)
		100 años
Río Taray	-	125.14

Fuente: IMA



Figura N° 31: Nivel de agua para periodo de retorno de 100años – Subcuenca río Taray Tramo de interés



Fuente: Equipo técnico LABANI

Figura N° 32: Rango de velocidad del flujo, Tr de 100 años – Subcuenca río Taray –Tramo de interés



Fuente: Equipo técnico LABANI



3.2.3. SUCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE LOS PELIGROS

Para el presente caso, se ha considerado como único parámetro de evaluación a “Frecuencia” considerando como descriptores el periodo de retorno con máximas precipitaciones expresado en años.

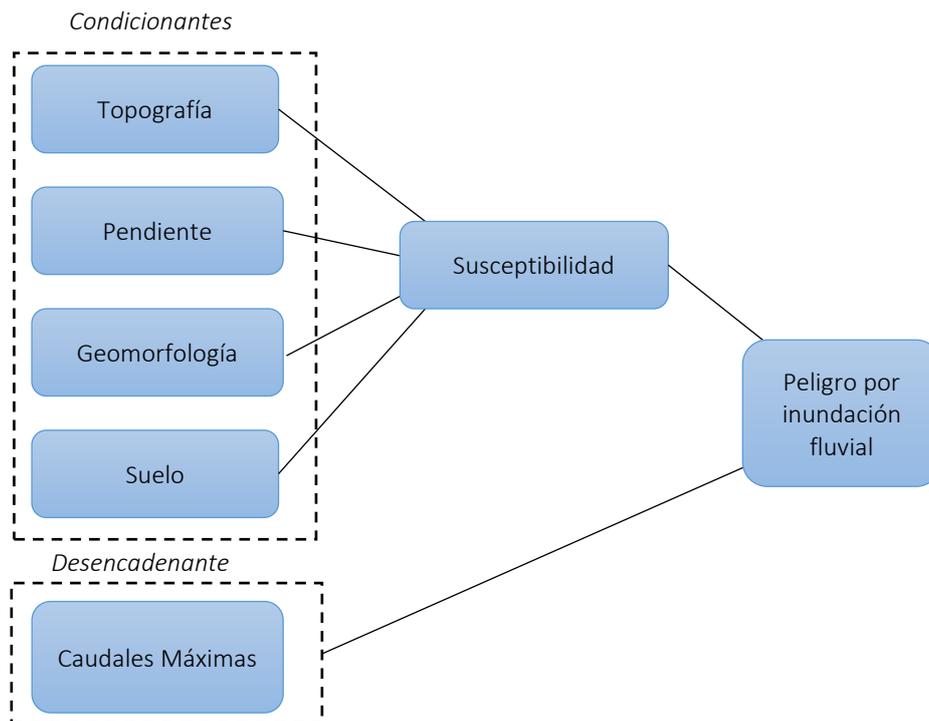
Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por ocurrencia de inundación pluvial del área de influencia donde se emplaza el terreno, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes.

Tabla N° 27: factores de susceptibilidad

Factor	Parámetro
Factor Condicionante	Geomorfología
	Topografía
	Pendiente
	Suelos
Factor Desencadenante	Modelo Hidraulico

Fuente: Equipo Técnico

Gráfico N° 10: Flujograma del peligro por inundación fluvial



Fuente: Equipo Técnico

3.2.4. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS PELIGROS

Para el análisis de las condiciones de peligro ante inundación pluvial en las tres quebradas se desarrollaron parámetros en función del análisis establecido a una escala de detalle y de la disponibilidad de la información en ese sentido es que se consideró los siguientes parámetros físicos que condicionan la probable ocurrencia de un evento crítico.



Para ello se desarrolló una matriz de 4x4, donde se vinculó todos los elementos identificados en el diagnostico en el acápite anterior, posterior a ello es que se desarrolló matrices de 4x4, para cada parámetro donde se definieron la importancia de cada descriptor.

Para ello se desarrolló una matriz de 4x4, donde se vinculó todos los elementos identificados en el diagnostico en el acápite anterior, posterior a ello es que se desarrolló matrices de 4x4, para cada parámetro donde se definieron la importancia de cada descriptor.

3.2.4.1. FACTORES DESENCADENANTES

Para determinar el factor desencadenante en la zona de estudio, se consideró un gran factor el cual son las precipitaciones que, vinculado con la evaporación, temperatura, humedad relativa que son condicionantes es que se define el nivel de peligro debido a la ocurrencia de peligros críticos.

En ese sentido es que al ver un solo factor no se desarrolló el análisis de pares para determinar el nivel de priorización de cada factor, pero si se desarrolló el modelamiento numérico para la generación del mapa de peligro por inundación, en base a los resultados del modelo de simulación hidráulica, realizado con IBER v 2.5.2.

Descriptor de cada parámetro desencadenantes de la inundación fluvial

En síntesis, el gran factor que desencadena los flujos en el terreno son las precipitaciones, que de manera práctica se representan en caudales máximos generados para diferentes periodos de retorno, que vinculado con los anteriores factores que son condicionantes es que se define el nivel de peligro debido a la ocurrencia de peligros críticos.

Tabla N° 28: Matriz de comparación de pareja -caudales máximas por periodo de retorno

Modelo hidráulico	Calado de 0.5 m	Calado de 0.4 m	Calado de 0.3 m	Calado de 0.2 m	Calado de 0.1 m
Calado de 0.5 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Calado de 0.4 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Calado de 0.3 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Calado de 0.2 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Calado de 0.1 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Sumatoria	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/sumatoria	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04
				IC	0.061
				IR	0.054

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 29: Resumen de Vector Priorizado ante inundación fluvial

PARÁMETRO	Caudales máximos Máxima	Ponderación:		1.00	
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento	
Descriptores	PT1	Calado de 0.5 m	PPT1	0.504	5
	PT2	Calado de 0.4 m	PPT2	0.260	4
	PT3	Calado de 0.3 m	PPT3	0.134	3
	PT4	Calado de 0.2 m	PPT4	0.067	2
	PT5	Calado de 0.1 m	PPT5	0.034	1

Elaboración: Equipo Técnico



3.2.4.2. FACTORES CONDICIONANTES

Para el análisis de las condiciones de peligro ante Inundaciones se desarrollaron parámetros en función del análisis establecido a una escala de detalle y de la disponibilidad de la información en ese sentido es que se consideró topografía, geología, geomorfología, pendiente y suelo.

Tabla N° 30: Matriz de comparación - Parámetros condicionantes del Fenómeno de inundación pluvial

	Geomorfología	Topografía	Pendiente	Geología
Geomorfología	1.00	2.00	6.00	9.00
Topografía	0.50	1.00	2.00	9.00
Pendiente	0.17	0.50	1.00	2.00
Geología	0.11	0.11	0.50	1.00
Sumatoria	1.78	3.61	9.50	21.00
1/sumatoria	0.56	0.28	0.11	0.05

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 31: Matriz de Normalización de Parámetros condicionantes del Fenómeno de inundación pluvial

	Geomorfología	Topografía	Pendiente	Geología	Vector de priorización
Geomorfología	0.563	0.554	0.632	0.429	0.544
Topografía	0.281	0.277	0.211	0.429	0.299
Pendiente	0.094	0.138	0.105	0.095	0.108
Geología	0.063	0.031	0.053	0.048	0.048
				IC	0.029
				IR	0.033

Elaboración: Equipo Técnico

Descriptor de cada parámetro que condiciones el peligro ante inundación fluvial

Parámetro de Topografía

Tabla N° 32: Matriz de comparación de pareja de la Topografía

Topografía	Cóncava	Plana	Elevada	Inclinada	Empinada
Cóncava	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Plana	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Elevada	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
Inclinada	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Empinada	0.11	0.17	0.25	0.33	1.00
Sumatoria	1.79	4.75	9.58	15.33	23.00
1/sumatoria	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 33: Matriz de Normalización de la Topografía

Topografía	Cóncava	Plana	Elevada	Inclinada	Empinada	Vector Priorización
Cóncava	0.560	0.632	0.522	0.457	0.391	0.512
Plana	0.187	0.211	0.313	0.261	0.261	0.246
Elevada	0.112	0.070	0.104	0.196	0.174	0.131
Inclinada	0.080	0.053	0.035	0.065	0.130	0.073
Empinada	0.062	0.035	0.026	0.022	0.043	0.038



					IC	0.055
					IR	0.050

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 34: Resumen De Vector Priorizado de la Topografía

PARÁMETRO	Topografía	Ponderación:		0.300	
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento	
Descriptor	PT1	Cóncava	PPT1	0.512	5
	PT2	Plana	PPT2	0.246	4
	PT3	Elevada	PPT3	0.131	3
	PT4	Inclinada	PPT4	0.073	2
	PT5	Empinada	PPT5	0.038	1

Elaboración: Equipo Técnico

Parámetro de Geomorfología

Tabla N° 35: Matriz de comparación de pareja - Geomorfología

Geomorfología	Terrazas bajas	Terrazas medias	Terrazas altas	Laderas empinadas con disección media	Cárcavas, laderas empinadas no disectada , laderas empinadas fuertemente disectadas
Terrazas bajas	1.00	1.00	3.00	4.00	5.00
Terrazas medias	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00
Terrazas altas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Laderas empinadas con disección media	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Cárcavas, laderas empinadas no disectada , laderas empinadas fuertemente disectadas	0.20	0.20	0.33	0.50	1.00
Sumatoria	2.78	3.03	6.83	10.50	16.00
1/sumatoria	0.36	0.33	0.15	0.10	0.06

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 36: Matriz de Normalización de la Geomorfología

Geomorfología	Terrazas bajas	Terrazas medias	Terrazas altas	Laderas empinadas con disección media	Cárcavas, laderas empinadas no disectada , laderas empinadas fuertemente disectadas	Vector Priorización
Terrazas bajas	0.359	0.330	0.439	0.381	0.313	0.364
Terrazas medias	0.359	0.330	0.293	0.286	0.313	0.316
Terrazas altas	0.120	0.165	0.146	0.190	0.188	0.162
Laderas empinadas con disección media	0.090	0.110	0.073	0.095	0.125	0.099



Cárcavas, laderas empinadas no disectada, laderas empinadas fuertemente disectadas	0.072	0.066	0.049	0.048	0.063	0.059
					IC	0.012
					RC	0.011

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 37: Resumen de Vector Priorizado de Geomorfología

PARÁMETRO	Geomorfología	Ponderación:		0.543	
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento	
Descriptores	PT1	Terrazas bajas	PPT1	0.364	5
	PT2	Terrazas medias	PPT2	0.316	4
	PT3	Terrazas altas	PPT3	0.162	3
	PT4	Laderas empinadas con disección media	PPT4	0.099	2
	PT5	Cárcavas, laderas empinadas no disectada, laderas empinadas fuertemente disectadas	PPT5	0.059	1

Elaboración: Equipo Técnico

Parámetro de Pendiente

Tabla N° 38: Matriz de comparación de pares de la Pendiente

Pendiente	<10.9°	10.9°-22.2°	22.2°-38.6°	38.6°- 46.8°	> 46.8°
<10.9°	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
10.9°-22.2°	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
22.2°-38.6°	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
38.6°- 46.8°	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
> 46.8°	0.11	0.17	0.25	0.33	1.00
Sumatoria	1.86	4.75	8.58	14.33	23.00
1/sumatoria	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 39: Matriz de Normalización de la Pendiente

Pendiente	<10.9°	10.9°-22.2°	22.2°-38.6°	38.6°- 46.8°	> 46.8°	Vector Priorización
<10.9°	0.537	0.632	0.466	0.419	0.391	0.489
10.9°-22.2°	0.179	0.211	0.350	0.279	0.261	0.256
22.2°-38.6°	0.134	0.070	0.117	0.209	0.174	0.141
38.6°- 46.8°	0.090	0.053	0.039	0.070	0.130	0.076
> 46.8°	0.060	0.035	0.029	0.023	0.043	0.038
					IC	0.054
					RC	0.048

Elaboración: Equipo Técnico



Tabla N° 40: Resumen de Vector Priorizado de la Pendiente

PARÁMETRO	Pendiente	Ponderación:		0.048	
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento	
Descriptores	PT1	<10.9°	PPT1	0.489	5
	PT2	10.9°-22.2°	PPT2	0.256	4
	PT3	22.2°-38.6°	PPT3	0.141	3
	PT4	38.6°- 46.8°	PPT4	0.076	2
	PT5	> 46.8°	PPT5	0.038	1

Elaboración: Equipo Técnico

Parámetro de Geología

Tabla N° 41: Matriz de Normalización de Geología

Geología	Grupo Copacabana (Pérmico Inferior)	Formación Pisac	Grupo Mitu (Permo-Triásico)	Formación Pachatusan	GP
Grupo Copacabana (Pérmico Inferior)	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Formación Pisac	0.33	1.00	3.00	4.00	9.00
Grupo Mitu (Permo-Triásico)	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Formación Pachatusan	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Formación Huancane (Cretácico Inferior), Grupo San Jerónimo	0.11	0.11	0.25	0.33	1.00
Sumatoria	1.84	4.69	8.58	15.33	26.00
1/sumatoria	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 42: Matriz de Normalización de Suelo

Geología	Grupo Copacabana (Pérmico Inferior)	Formación Pisac	Grupo Mitu (Permo-Triásico)	Formación Pachatusan	Formación Huancane (Cretácico Inferior), Grupo San Jerónimo	Vector Priorización
Grupo Copacabana (Pérmico Inferior)	0.544	0.639	0.466	0.457	0.346	0.490
Formación Pisac	0.181	0.213	0.350	0.261	0.346	0.270
Grupo Mitu (Permo-Triásico)	0.136	0.071	0.117	0.196	0.154	0.135
Formación Pachatusan	0.078	0.053	0.039	0.065	0.115	0.070
Formación Huancane (Cretácico Inferior), Grupo San Jerónimo	0.060	0.024	0.029	0.022	0.038	0.035



					IC	0.051
					RC	0.046

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N° 43: Resumen de Vector Priorizado de Geología

PARÁMETRO	Suelos	Ponderación:		0.109	
		Ponderación (Multicriterio)		Valor para el Geoprocesamiento	
Descriptores	PT1	Grupo Copacabana (Pérmico Inferior)	PPT1	0.490	5
	PT2	Formación Pisac	PPT2	0.270	4
	PT3	Grupo Mitu (Permo-Triásico)	PPT3	0.135	3
	PT4	Formación Pachatusan	PPT4	0.070	2
	PT5	Formación Huancane (Cretácico Inferior), Grupo San Jerónimo	PPT5	0.035	1

Elaboración: Equipo Técnico

3.2.5. NIVELES DE PELIGRO

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico considerando los niveles de agua de la simulación hidráulica.

Tabla N° 44: Ponderación de Factores por inundación fluvial

Ponderado	Peso
Valor resultante de Factores condicionantes	0.4
Valor resultante de Factores desencadenantes	0.6

Elaboración: Equipo Técnico

Tabla N°44ª – Cuadro de relación de parámetros condicionante y desencadenante

CONDICIONANTE			DESENCADENANTE			SUSCEPTIBILIDAD		PARAMETRO DE EVALUACIÓN		PELIGROSIDAD
Valor Cond	Peso Cond	Σ Ppar x Pes Cond	Valor Desc	Peso Desc	Σ Ppar x Pes Desc	Valor Sucs	Peso Sucs	Valor Par Eval	Peso Par Eval	
0.483	40%	0.193	0.262	60%	0.157	0.35	60%	0.262	40%	0.315
0.259		0.104	0.262		0.157	0.261		0.262		0.261
0.142		0.057	0.262		0.157	0.214		0.262		0.233
0.076		0.030	0.262		0.157	0.187		0.262		0.217
0.040		0.016	0.262		0.157	0.173		0.262		0.209

Elaboración: Equipo Técnico



Tabla N° 45: Nivel de peligro por inundación

Niveles	Rango
Muy Alto	0.261 – 0.315
Alto	0.233 – 0.261
Medio	0.217 – 0.233
Bajo	0.209 - 0.217

Fuente: Equipo Técnico

3.2.6. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

Para la estratificación del peligro ante inundación fluvial se procedió a calcular el nivel de peligro en función del modelamiento hidráulico y demás factores señalados anteriormente.

Tabla N° 46: Estratificación del peligro por inundación fluvial

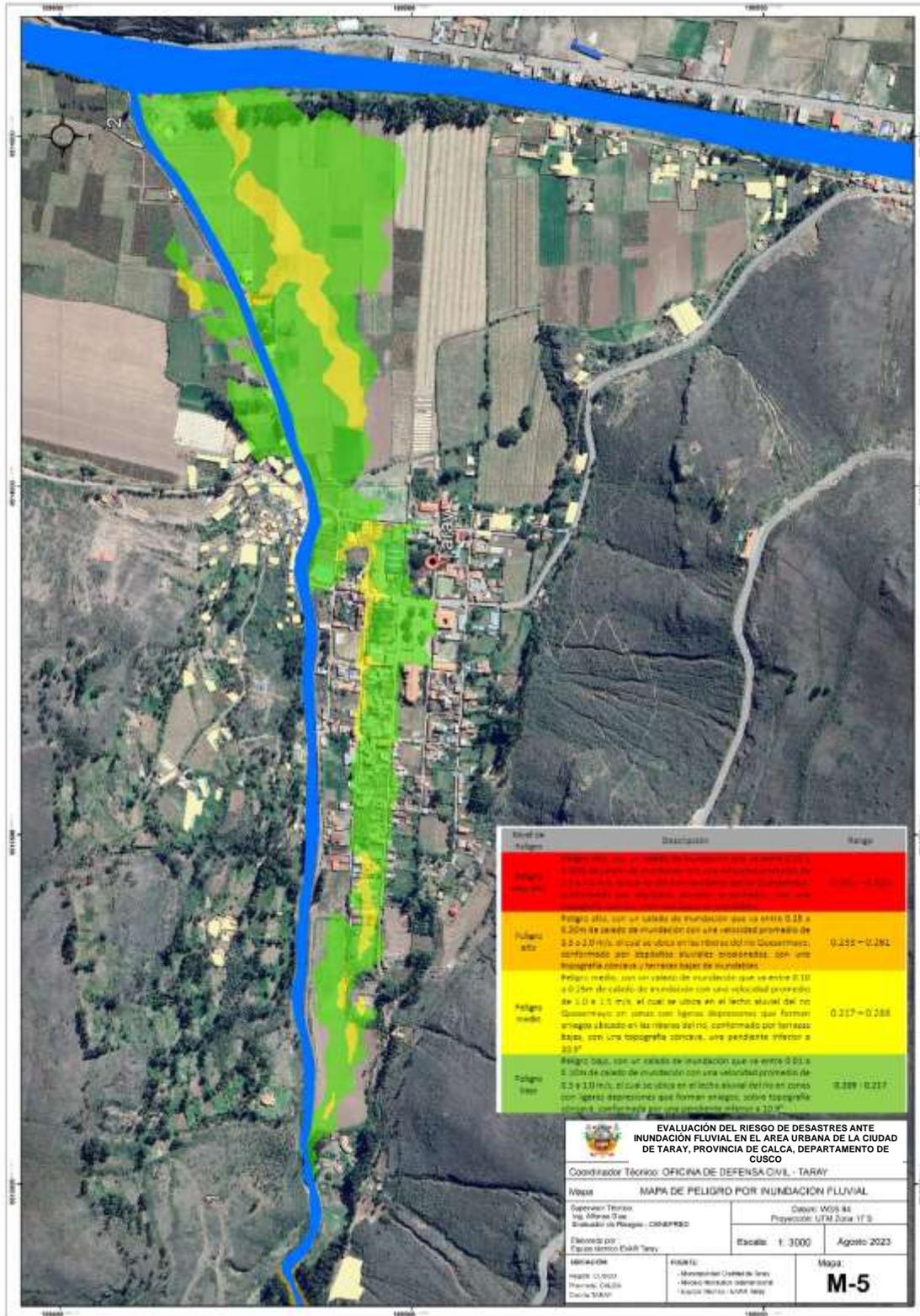
Nivel de Peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.25 a 0.50m de calado de inundación con una velocidad promedio de 2.5 a 2.0 m/s, el cual se ubica en las riberas del río Quesermayo, conformado por depósitos aluviales erosionados, con una topografía cóncava y terrazas bajas de inundables.	0.261 – 0.315
Peligro alto	Peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.25 a 0.50m de calado de inundación con una velocidad promedio de 1.5 a 2.0 m/s, el cual se ubica en las riberas del río Quesermayo, conformado por depósitos aluviales erosionados, con una topografía cóncava y terrazas bajas de inundables.	0.233 – 0.261
Peligro medio	Peligro medio, con un calado de inundación que va entre 0.10 a 0.25m de calado de inundación con una velocidad promedio de 1.0 a 1.5 m/s, el cual se ubica en el lecho aluvial del río Quesermayo en zonas con ligeras depresiones que forman aniegos ubicado en las riberas del río, conformado por terrazas bajas, con una topografía cóncava, una pendiente inferior a 10.9°	0.217 – 0.233
Peligro bajo	Peligro bajo, con un calado de inundación que va entre 0.01 a 0.10m de calado de inundación con una velocidad promedio de 0.5 a 1.0 m/s, el cual se ubica en el lecho aluvial del río en zonas con ligeras depresiones que forman aniegos, sobre topografía cóncava, conformada por una pendiente inferior a 10.9°	0.209 - 0.217

Fuente: Equipo Técnico



3.2.7. MAPA DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL

Figura N° 33: Mapa de peligros ante inundación fluvial



Fuente: Equipo técnico



3.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES

En marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM) se define vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Es un parámetro importante que sirve para calcular el nivel de riesgo.

Bajo esta definición se recabó la información primaria en base a encuestas sobre los factores de exposición, fragilidad y resiliencia a nivel de lote.

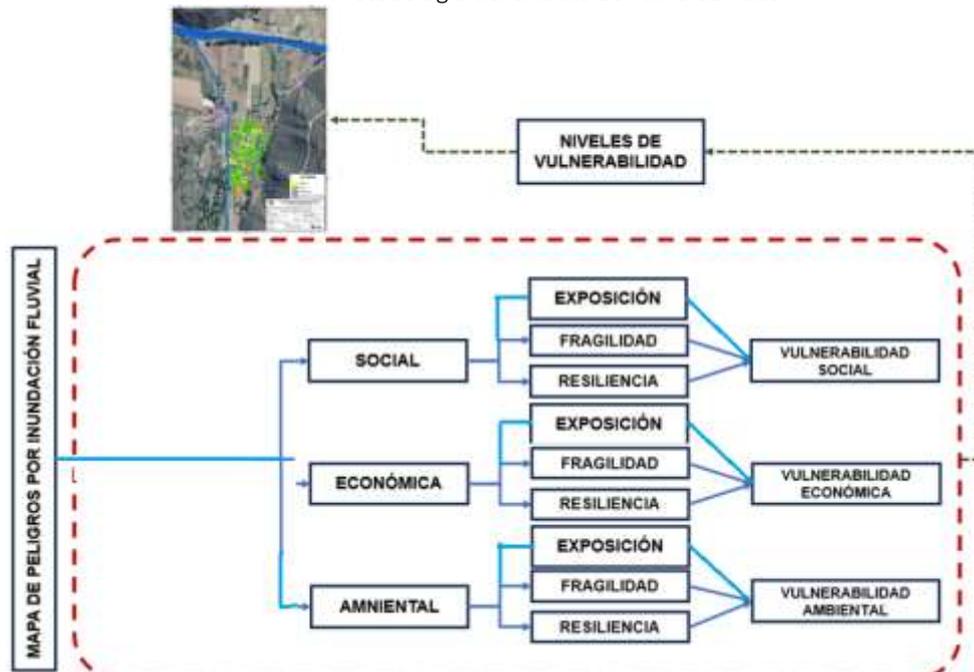
3.3.1. METODOLOGÍA

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia del distrito de Taray, se ha realizado el análisis de los factores de la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y resiliencia) en las dimensiones social, económica y ambiental, a nivel de lote considerando la población, sus viviendas y elementos expuestos al peligro por inundación fluvial, como la red de sistema de electricidad, instalación de vías, entre otros.

Para el presente estudio, se consideró la metodología de evaluación de riesgos originado por fenómenos naturales elaborado por CENEPRED, la cual se aplicó para la generación de información cartográfica elaborada por el equipo técnico, así como información primaria recabada en campo como son las encuestas por lote.

En el análisis de vulnerabilidad sobre el área de estudio, se logró identificar las características constructivas, las fortalezas y debilidades de la población en sincretismo a su entorno. Se analizó las características de la ocupación física dentro del ámbito de influencia, teniendo como eje de análisis las características edificatorias de las viviendas. Se obtuvo información ambiental relacionada al entorno construido y poblacional.

Gráfico N° 11: Metodología del análisis de vulnerabilidad



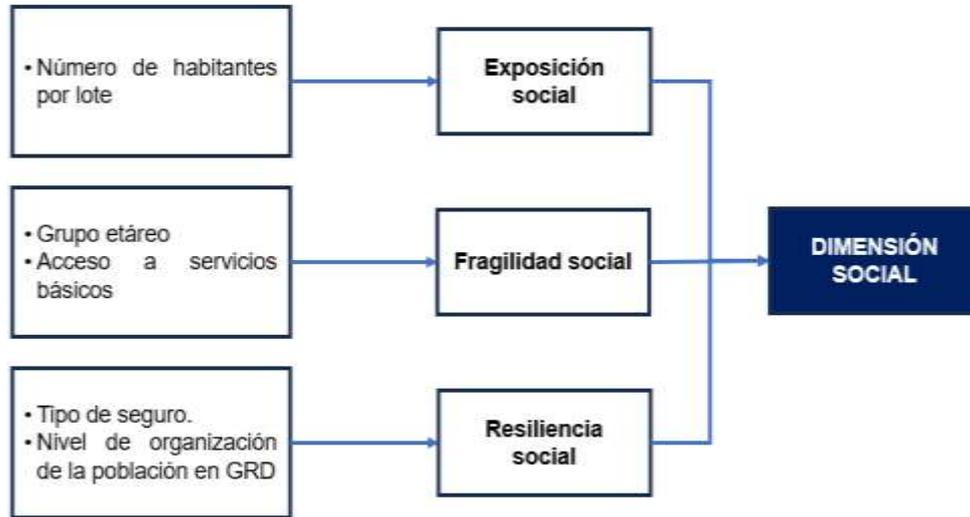
Fuente: Adaptado de CENEPRED



3.3.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características de relación entre individuos de una comunidad, para lo cual se analizaron los siguientes parámetros:

Gráfico N° 12: Metodología del análisis de dimensión social



Fuente: Equipo técnico

Se procede al cálculo de pesos ponderados de los factores exposición, fragilidad y resiliencia en la dimensión social:

Tabla N° 47: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición social	Fragilidad social	Resiliencia social
Exposición social	1.00	3.00	4.00
Fragilidad social	0.33	1.00	2.00
Resiliencia social	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.58	4.50	7.00
1/SUMA	0.63	0.22	0.14

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 48: Matriz de normalización de pares de los factores de la dimensión social

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición social	Fragilidad social	Resiliencia social	Vector de priorización
Exposición social	0.632	0.667	0.571	0.623
Fragilidad social	0.211	0.222	0.286	0.240
Resiliencia social	0.158	0.111	0.143	0.137

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 49: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Equipo técnico

3.3.2.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

El parámetro considerado para el análisis de Exposición social es:

- Número de habitantes a nivel de lote



Tabla N° 50: Parámetros de exposición de la dimensión social

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Parámetro de la exposición de la dimensión social	Número de habitantes a nivel de lote	1.00

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Número de habitantes a nivel de lote

Este parámetro caracteriza al grupo de personas que viven en un lote, considerando la base de datos obtenidas en campo (encuestas), identificando los siguientes descriptores:

Tabla N° 51: Matriz de comparación de pares

NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE	Más de 6 habitantes	De 4 a 6 habitantes	De 2 a 4 habitantes	De 1 a 2 habitantes	Deshabitado
Más de 6 habitantes	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
De 4 a 6 habitantes	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
De 2 a 4 habitantes	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
De 1 a 2 habitantes	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Deshabitado	0.17	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.33	18.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 52: Matriz de normalización de pares

NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE	Más de 6 habitantes	De 4 a 6 habitantes	De 2 a 4 habitantes	De 1 a 2 habitantes	Deshabitado	Vector priorización
Más de 6 habitantes	0.455	0.496	0.439	0.441	0.333	0.433
De 4 a 6 habitantes	0.227	0.248	0.293	0.265	0.278	0.262
De 2 a 4 habitantes	0.152	0.124	0.146	0.176	0.167	0.153
De 1 a 2 habitantes	0.091	0.083	0.073	0.088	0.167	0.100
Deshabitado	0.076	0.050	0.049	0.029	0.056	0.052

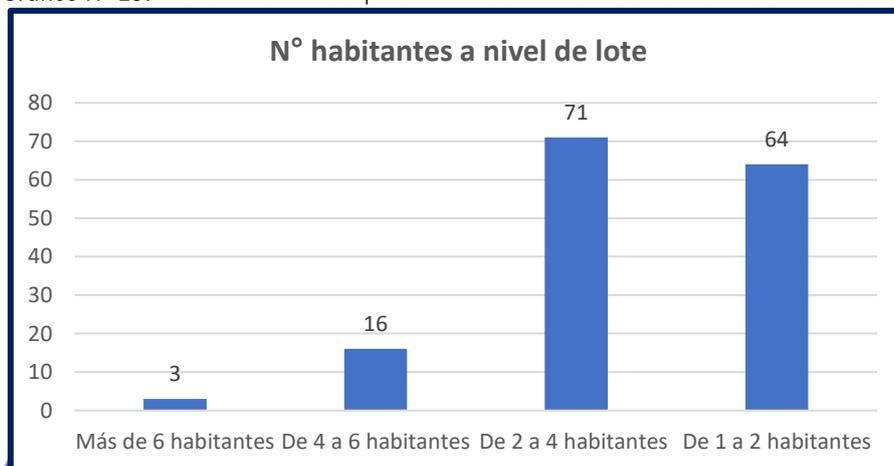
Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 53: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.024
RC	0.022

Del resumen de parámetro de número de habitantes a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es “de 2 a 4 hab”.

Gráfico N° 13: Predominancia del parámetro de Número de habitantes a nivel de lote



Fuente: Equipo técnico



3.3.2.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

- Grupo etéreo
- Acceso a los servicios básicos

Tabla N° 54: Parámetros de exposición de la fragilidad de la dimensión social

PARÁMETRO	PESOS
Grupo etéreo	0.50
Acceso a los servicios básicos	0.50

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Grupo etéreo

Este parámetro caracteriza al grupo de personas por edades, de acuerdo a cada lote, vale decir identificar las personas más frágiles de acuerdo a un grupo de edad, considerando la base de datos obtenidas en campo (encuestas). para esto se identifica los siguientes descriptores:

Tabla N° 55: Matriz de comparación de pares

GRUPO ETÁREO	0-4 y >64	5-14 y 55-64	15-19	20-29	30-54
0-4 y >64	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
5-14 y 55-64	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
15-19	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
20-29	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
30-54	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.17	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 56: Matriz de normalización de pares

GRUPO ETÁREO	0-4 y >64	5-14 y 55-64	15-19	20-29	30-54	Vector priorización
0-4 y >64	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
5-14 y 55-64	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
15-19	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
20-29	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
30-54	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 57: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

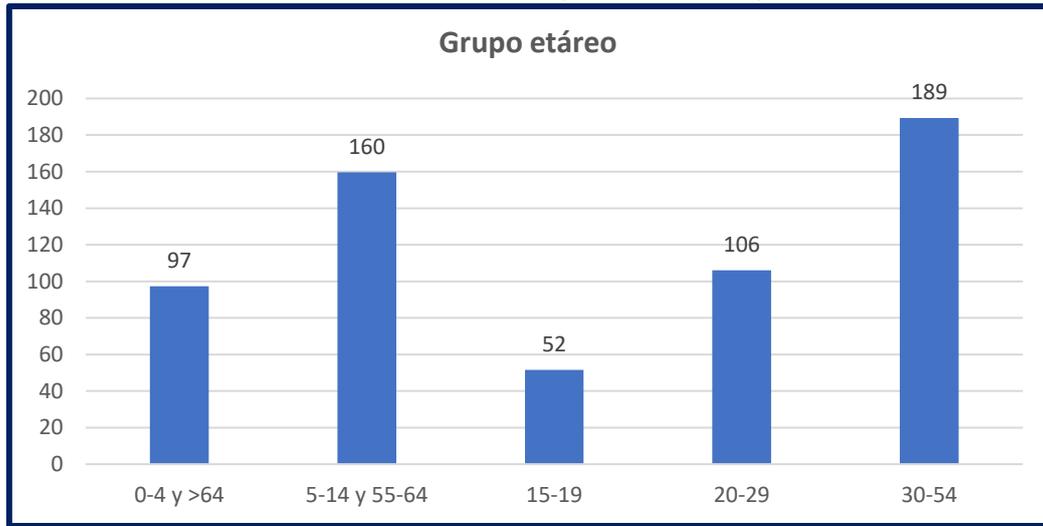
IC	0.007
RC	0.006

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de grupo etario a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es "30 a 54 años"



Gráfico N° 14: Predominancia del parámetro de Grupo etéreo



Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Acceso a los servicios básicos

De acuerdo a la información establecida en la ficha de encuesta, se llegó a obtener datos de acceso a los servicios básicos de las personas y se presenta la siguiente clasificación:

Tabla N° 58: Matriz de comparación de pares

ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	Ninguno	Solo un SS.BB.	Dos SS.BB.	Tres SS.BB.	Todos los servicios básicos
Ninguno	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Solo un SS.BB.	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Dos SS.BB.	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Tres SS.BB.	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Todos los servicios básicos	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 59: Matriz de normalización de pares

ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	Ninguno	Solo un SS.BB.	Dos SS.BB.	Tres SS.BB.	Todos los servicios básicos	Vector priorización
Ninguno	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	0.483
Solo un SS.BB.	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	0.258
Dos SS.BB.	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	0.142
Tres SS.BB.	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	0.077
Todos los servicios básicos	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	0.040

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 60: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

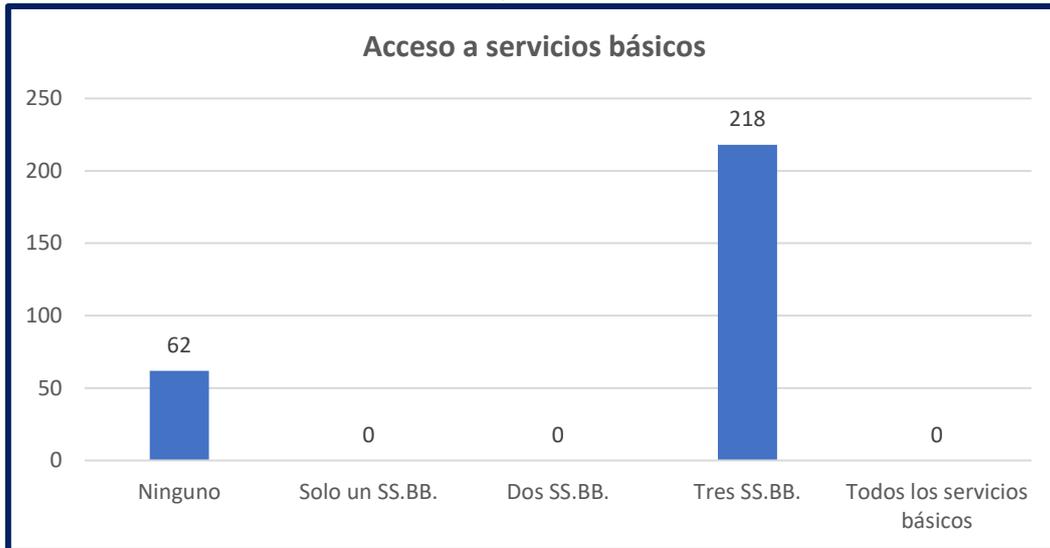
IC	0.059
RC	0.053

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de acceso a servicios básicos a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es "Tres SS.BB."



Gráfico N° 15: Predominancia del parámetro de Acceso a servicios básicos



Fuente: Equipo técnico

3.3.2.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Los parámetros considerados en la resiliencia social son:

- Tipo de seguro
- Nivel de organización de la población para la GRD

Tabla N° 61: Parámetros de exposición de la resiliencia de la dimensión social

PARÁMETRO	PESOS
Tipo de seguro	0.50
Nivel de organización de la población para la GRD	0.50

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Tipo de seguro

Este parámetro se refiere al tipo de seguro con la cual cuentan los integrantes de cada familia, Se ha identificado los siguientes descriptores: Sin Seguro, SIS, Fuerzas Armadas, EsSalud, Seguro Privado.

Tabla N° 62: Matriz de comparación de pares

TIPO DE SEGURO	Sin seguro	SIS	FF.AA. (Ejercito) PNP	EsSalud	Privado
Sin seguro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
FF.AA. (Ejercito) PNP	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
EsSalud	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Privado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.67	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 63: Matriz de normalización de pares

TIPO DE SEGURO	Sin seguro	SIS	FF.AA. (Ejercito) PNP	EsSalud	Privado	Vector priorización
Sin seguro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
SIS	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
FF.AA. (Ejercito) PNP	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
EsSalud	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Privado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

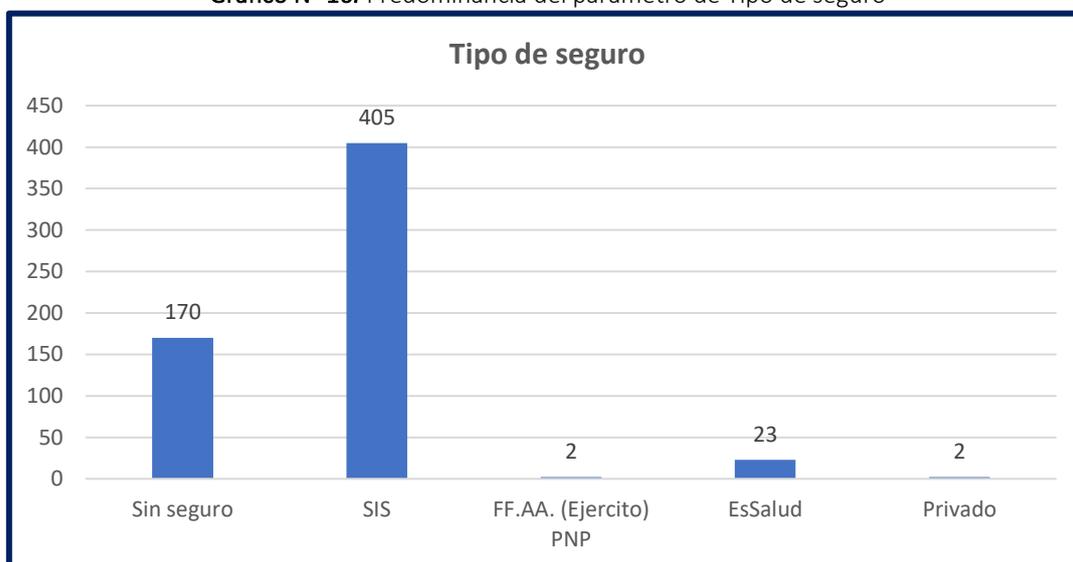
Tabla N° 64: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de tipo de seguro a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que el descriptor predominante es "SIS"

Gráfico N° 16: Predominancia del parámetro de Tipo de seguro



Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Nivel de organización de la población para la GRD

Este parámetro se refiere al nivel de organización de la población en materia de Gestión del Riesgo de Desastres, ya sea de preparación para la respuesta o el conocimiento para la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres. Se ha identificado los siguientes descriptores. Muy Mala, Mala, Media, Buena, Muy buena:

Tabla N° 65: Matriz de comparación de pares

NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN PARA LA GRD	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy Mala	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mala	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Buena	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy buena	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.67	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 66: Matriz de normalización de pares

NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN PARA LA GRD	Muy Mala	Mala	Media	Regular	Muy buena	Vector priorización
Muy Mala	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mala	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Buena	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy buena	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 67: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro del nivel de organización para la GRD a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es "Media"

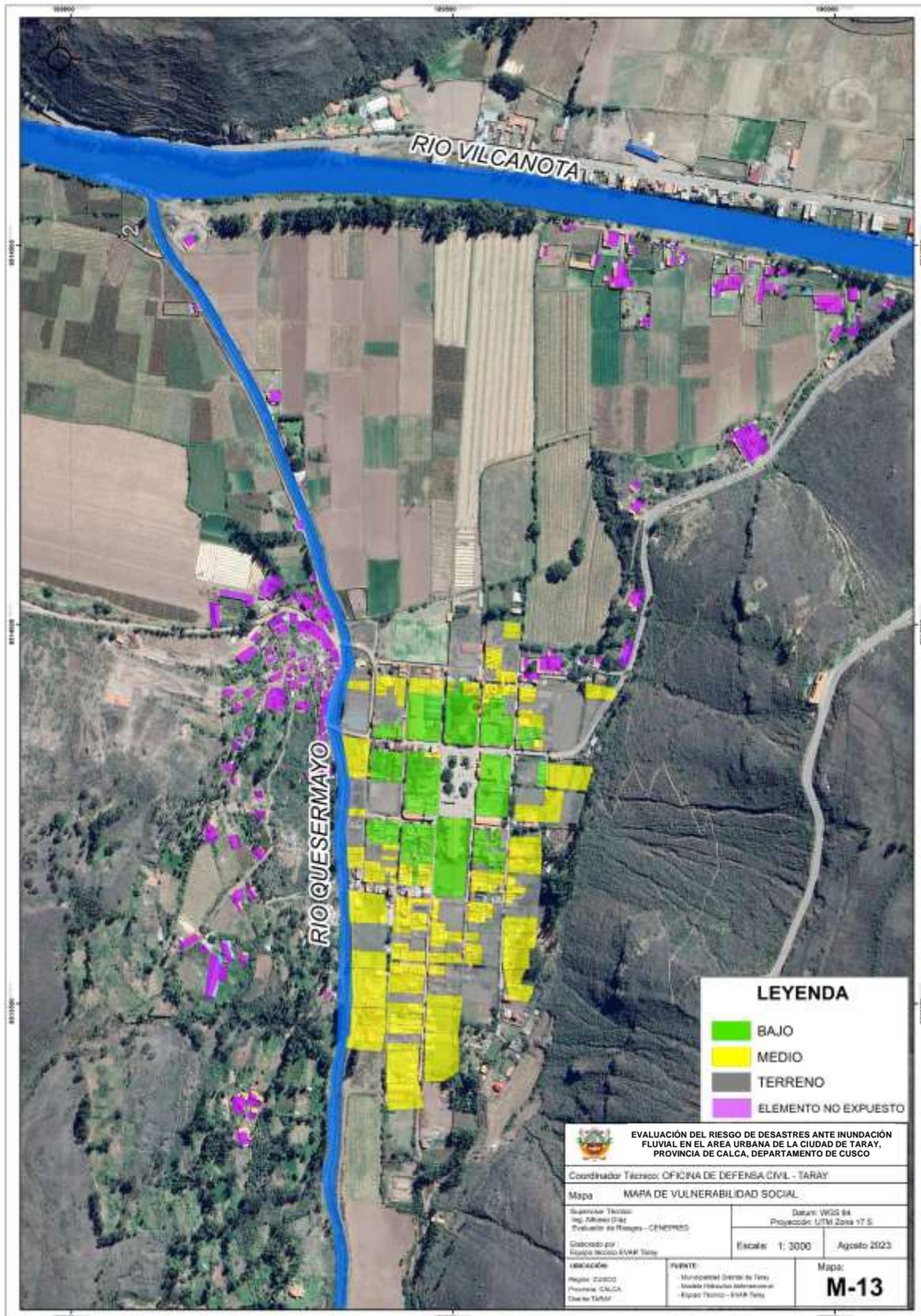
Gráfico N° 17: Predominancia del parámetro de nivel de Organización de la población para la GRD



Fuente: Equipo técnico



Figura N° 34: Mapa de Vulnerabilidad de la dimensión social



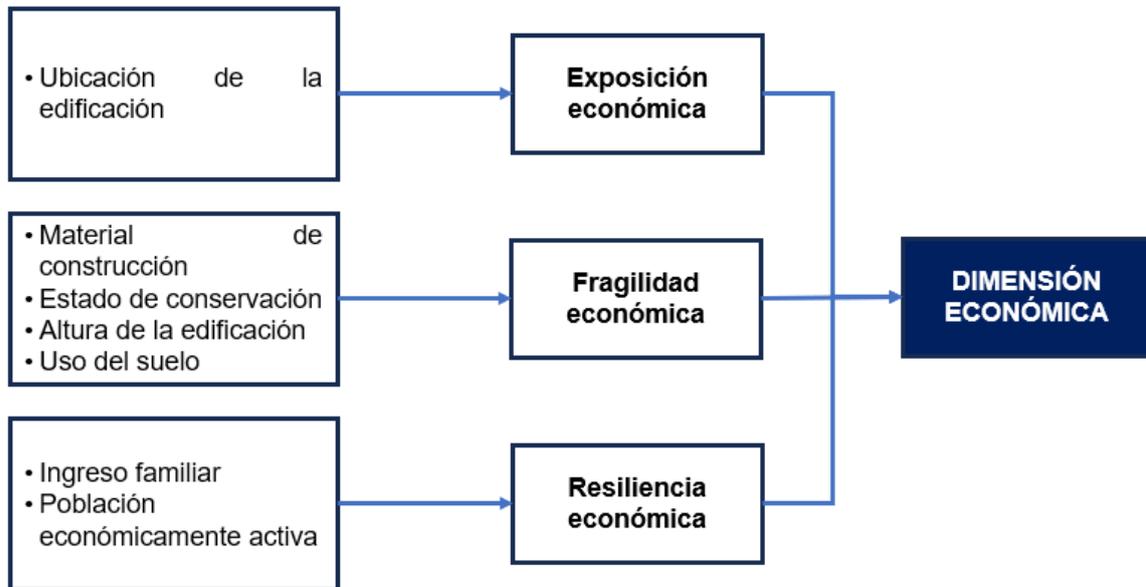
Fuente: Equipo técnico



3.3.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONOMICA

En esta dimensión se considera las características físicas de la ciudad de Taray, la cual nos da una idea cercana de las condiciones económicas de este sector. Para ello se identificaron los parámetros para cada factor: exposición, fragilidad y resiliencia, el cual se muestra a continuación:

Gráfico N° 18: Metodología del análisis de dimensión económica



Fuente: Equipo técnico

Se procede al cálculo de pesos ponderados de los factores exposición, fragilidad y resiliencia en la dimensión económica:

Tabla N° 68: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	Exposición económica	Fragilidad económica	Resiliencia económica
Exposición económica	1.00	2.00	4.00
Fragilidad económica	0.50	1.00	3.00
Resiliencia económica	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 69: Matriz de normalización de pares de los factores de la dimensión económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	Exposición económica	Fragilidad económica	Resiliencia económica	Vector de priorización
Exposición económica	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad económica	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia económica	0.143	0.100	0.125	0.123

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 70: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Equipo técnico



3.3.3.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

El parámetro considerado para el análisis de exposición económica es:

- Ubicación de la edificación

Tabla N° 71: Parámetros de exposición de la dimensión económica

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Parámetro de la exposición de la dimensión económica	Ubicación de la edificación	1.00

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Ubicación de la edificación

Este parámetro para el análisis de la exposición económica considerado la ubicación de las edificaciones con relación al peligro por inundación fluvial, los cuales son:

Tabla N° 72: Matriz de comparación de pares

UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercana (<10m)	Cercana (10m – 20m)	Medianamente cercana (20m – 30m)	Alejada (30m – 40m)	Muy alejada (>40m)
Muy cercana (<10m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (10m – 20m)	0.33	1.00	3.00	5.00	8.00
Medianamente cercana (20m – 30m)	0.20	0.33	1.00	3.00	6.00
Alejada (30m – 40m)	0.14	0.20	0.33	1.00	4.00
Muy alejada (>40m)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.66	9.50	16.25	28.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 73: Matriz de normalización de pares

UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercana (<10m)	Cercana (10m – 20m)	Medianamente cercana (20m – 30m)	Alejada (30m – 40m)	Muy alejada (>40m)	Vector priorización
Muy cercana (<10m)	0.560	0.644	0.526	0.431	0.321	0.496
Cercana (10m – 20m)	0.187	0.215	0.316	0.308	0.286	0.262
Medianamente cercana (20m – 30m)	0.112	0.072	0.105	0.185	0.214	0.138
Alejada (30m – 40m)	0.080	0.043	0.035	0.062	0.143	0.072
Muy alejada (>40m)	0.062	0.027	0.018	0.015	0.036	0.032

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 74: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

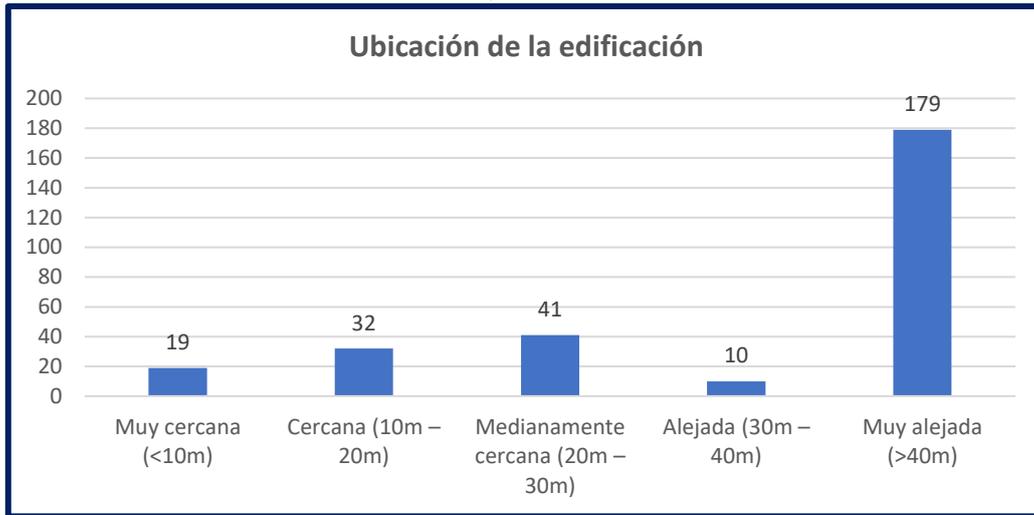
IC	0.080
RC	0.071

Fuente: Equipo técnico

Del resumen del parámetro de ubicación de las edificaciones, según las encuestas realizadas a nivel de lote en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es “Muy alejada (>40m)”.



Gráfico N° 19: Predominancia del parámetro de Ubicación de la edificación



Fuente: Equipo técnico

3.3.3.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Los parámetros considerados en la fragilidad económica son:

- Material de construcción
- Estado de conservación
- Altura de la edificación
- Uso del suelo

Tabla N° 75: Parámetros de exposición de la fragilidad de la dimensión económica

PARÁMETRO	PESOS
Material de construcción	0.25
Estado de conservación	0.25
Altura de la edificación	0.25
Uso del suelo	0.25

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Material de construcción

Este parámetro para la fragilidad económica caracteriza el material de construcción de las viviendas en la ciudad de Taray, considerando la base de datos obtenidas en campo (encuestas). identificando los siguientes descriptores:

Tabla N° 76: Matriz de comparación de pares

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Mixto / Otros	Prefabricado / Madera / Drywall	Adobe	Ladrillo / Bloqueta	Concreto armado
Mixto / Otros	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Prefabricado / Madera / Drywall	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladrillo / Bloqueta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.67	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 77: Matriz de normalización de pares

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Mixto / Otros	Prefabricado / Madera / Drywall	Adobe	Ladrillo / Bloqueta	Concreto armado	Vector priorización
Mixto / Otros	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Prefabricado / Madera / Drywall	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Adobe	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Ladrillo / Bloqueta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Concreto armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

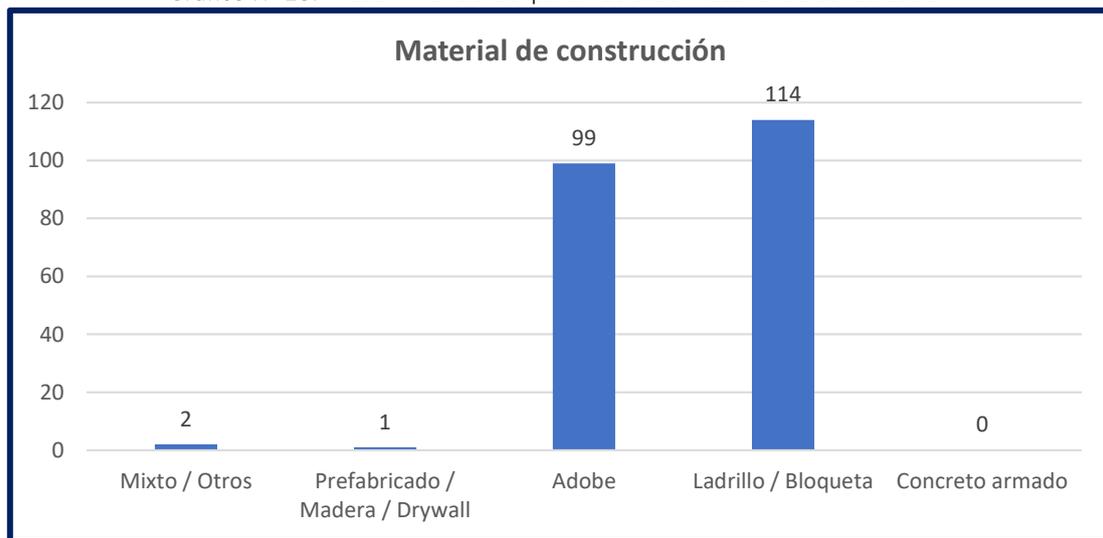
Tabla N° 78: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de material de construcción a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es “Ladrillo”

Gráfico N° 20: Predominancia del parámetro de Material de construcción



Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Estado de conservación

De acuerdo a la información establecida en la ficha de encuesta, se llegó a obtener datos sobre el estado de conservación de las viviendas y se presenta la siguiente clasificación:

Tabla N° 79: Matriz de comparación de pares

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Malo	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Regular	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Bueno	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy bueno	0.14	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.58	14.33	21.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico



Tabla N° 80: Matriz de normalización de pares

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Muy malo	0.528	0.632	0.466	0.419	0.333	0.476
Malo	0.176	0.211	0.350	0.279	0.286	0.260
Regular	0.132	0.070	0.117	0.209	0.190	0.144
Bueno	0.088	0.053	0.039	0.070	0.143	0.078
Muy bueno	0.075	0.035	0.029	0.023	0.048	0.042

Fuente: Equipo técnico

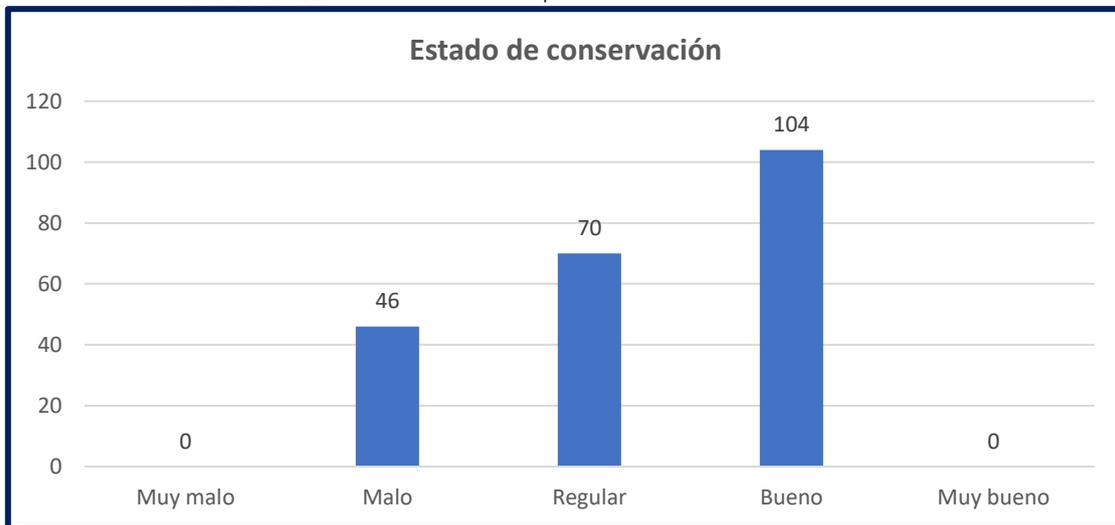
Tabla N° 81: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.066
RC	0.059

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de estado de conservación en las edificaciones según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que el descriptor predominante es "Bueno".

Gráfico N° 21: Predominancia del parámetro de Estado de conservación



Parámetro: Altura de la edificación

De acuerdo a la información establecida en la ficha de encuesta, se llegó a obtener datos sobre la altura de las edificaciones existentes en la ciudad de Taray y se presenta la siguiente clasificación:

Tabla N° 82: Matriz de comparación de pares

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	Edificaciones de 5 pisos a más de altura	Edificaciones de 4 pisos de altura	Edificaciones de 3 pisos de altura	Edificaciones de 2 pisos de altura	Edificaciones de 1 piso de altura
Edificaciones de 5 pisos a más de altura	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Edificaciones de 4 pisos de altura	0.33	1.00	3.00	5.00	8.00
Edificaciones de 3 pisos de altura	0.20	0.33	1.00	3.00	6.00
Edificaciones de 2 pisos de altura	0.14	0.20	0.33	1.00	4.00
Edificaciones de 1 piso de altura	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.66	9.50	16.25	28.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.06	0.04



Tabla N° 83: Matriz de normalización de pares

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	Edificaciones de 5 pisos a más de altura	Edificaciones de 4 pisos de altura	Edificaciones de 3 pisos de altura	Edificaciones de 2 pisos de altura	Edificaciones de 1 piso de altura	Vector priorización
Edificaciones de 5pisos a más de altura	0.560	0.644	0.526	0.431	0.321	0.496
Edificaciones de 4 pisos de altura	0.187	0.215	0.316	0.308	0.286	0.262
Edificaciones de 3 pisos de altura	0.112	0.072	0.105	0.185	0.214	0.138
Edificaciones de 2 pisos de altura	0.080	0.043	0.035	0.062	0.143	0.072
Edificaciones de 1 piso de altura	0.062	0.027	0.018	0.015	0.036	0.032

Fuente: Equipo técnico

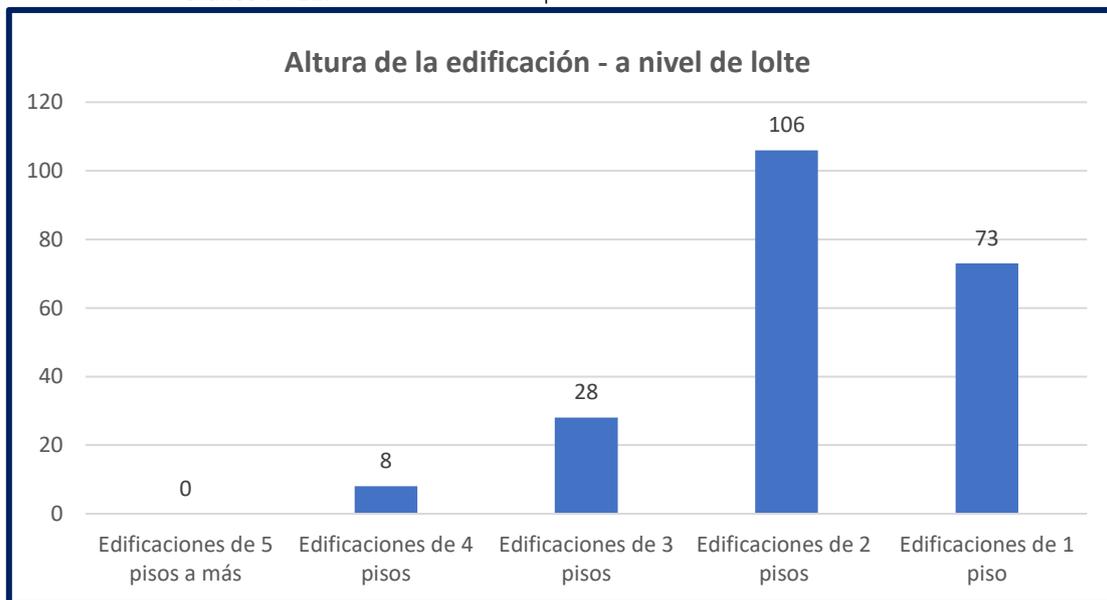
Tabla N° 84: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.080
RC	0.071

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de altura de la edificación según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que el descriptor predominante es “Edificaciones de 2 pisos de altura”.

Gráfico N° 22: Predominancia del parámetro de Altura de la edificación



Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Uso del suelo

De acuerdo a la información establecida en la ficha de encuesta, se llegó a obtener datos sobre el estado de conservación de las viviendas y se presenta la siguiente clasificación:



Tabla N° 85: Matriz de comparación de pares

USO DEL SUELO	Otros usos	Infraestructura estratégica	Comercio	Residencial	Terrenos sin edificación
Otros usos	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Infraestructura estratégica	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Comercio	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Residencial	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Terrenos sin edificación	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 86: Matriz de normalización de pares

USO DEL SUELO	Otros usos	Infraestructura estratégica	Comercio	Residencial	Terrenos sin edificación	Vector priorización
Otros usos	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	0.483
Infraestructura estratégica	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	0.258
Comercio	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	0.142
Residencial	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	0.077
Terrenos sin edificación	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	0.040

Fuente: Equipo técnico

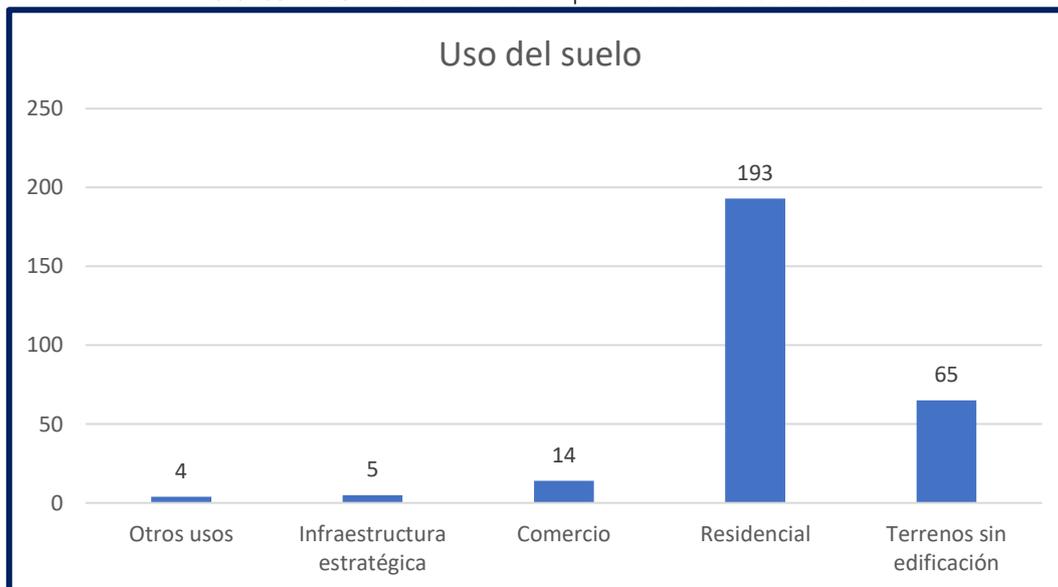
Tabla N° 87: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.059
RC	0.053

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro de uso de suelo según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que el descriptor predominante es el uso "Residencial".

Gráfico N° 23: Predominancia del parámetro de Uso del suelo



Fuente: Equipo técnico



3.3.3.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Los parámetros considerados en la resiliencia económica son:

- Ingreso familiar
- Población económicamente activa

Tabla N° 88: Parámetros de exposición de la resiliencia de la dimensión económica

PARÁMETRO	PESOS
Ingreso familiar	0.50
Población económicamente activa	0.50

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Ingreso familiar

Este parámetro se refiere al ingreso familiar promedio mensual de las familias de la ciudad de Taray, para lo cual se identificaron los siguientes descriptores: ≤ 200 , $>200 - \leq 750$, $>750 - \leq 1500$, $>1500 - \leq 3000$, >3000 .

Tabla N° 89: Matriz de comparación de pares

INGRESO FAMILIAR	≤ 500	$>500 - \leq 999$	$>1000 - \leq 1499$	$>1500 - \leq 2999$	>3000
≤ 500	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
$>500 - \leq 999$	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
$>1000 - \leq 1499$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
$>1500 - \leq 2999$	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
>3000	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.05	3.92	7.75	13.5	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 90: Matriz de normalización de pares

INGRESO FAMILIAR	≤ 500	$>500 - \leq 999$	$>1000 - \leq 1499$	$>1500 - \leq 2999$	>3000	Vector priorización
≤ 500	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
$>500 - \leq 999$	0.245	0.255	0.255	0.296	0.286	0.268
$>1000 - \leq 1499$	0.122	0.128	0.128	0.148	0.190	0.144
$>1500 - \leq 2999$	0.082	0.064	0.064	0.074	0.095	0.076
>3000	0.061	0.043	0.043	0.037	0.048	0.044

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 91: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

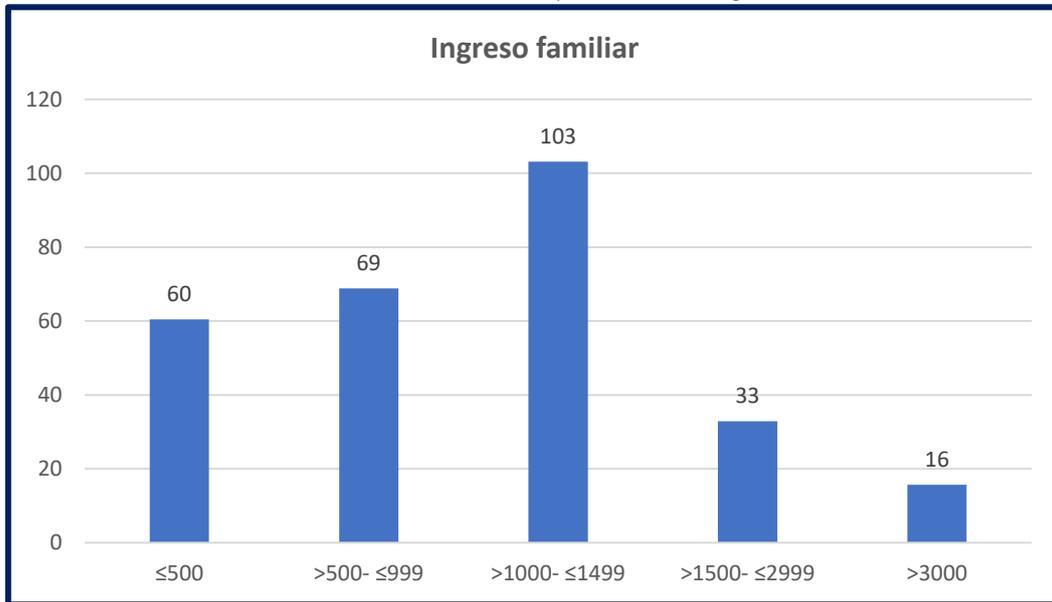
IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Equipo técnico



Del resumen de parámetro de ingreso familiar a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que, de las familias encuestadas, el descriptor con mayor predominancia es “>1000- ≤1499”

Gráfico N° 24: Predominancia del parámetro de Ingreso familiar



Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Población económicamente activa

Este parámetro se refiere a la ocupación en el lote en cuanto a la actividad económica que puede o no genera, para lo cual, se han establecido los siguientes descriptores: Desempleado, dedicado al hogar, ocupado menor a 18 años, trabajador independiente, trabajador dependiente.

Tabla N° 92: Matriz de comparación de pares

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	Desempleado	Dedicado al hogar	Ocupado menor a 18 años	Trabajador independiente	Trabajador dependiente
Desempleado	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Dedicado al hogar	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Ocupado menor a 18 años	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Trabajador independiente	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Trabajador dependiente	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 93: Matriz de normalización de pares

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	Desempleado	Dedicado al hogar	Ocupado menor a 18 años	Trabajador independiente	Trabajador dependiente	Vector priorización
Desempleado	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364	0.483
Dedicado al hogar	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273	0.258
Ocupado menor a 18 años	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182	0.142
Trabajador independiente	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136	0.077



Trabajador dependiente	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045	0.040
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Equipo técnico

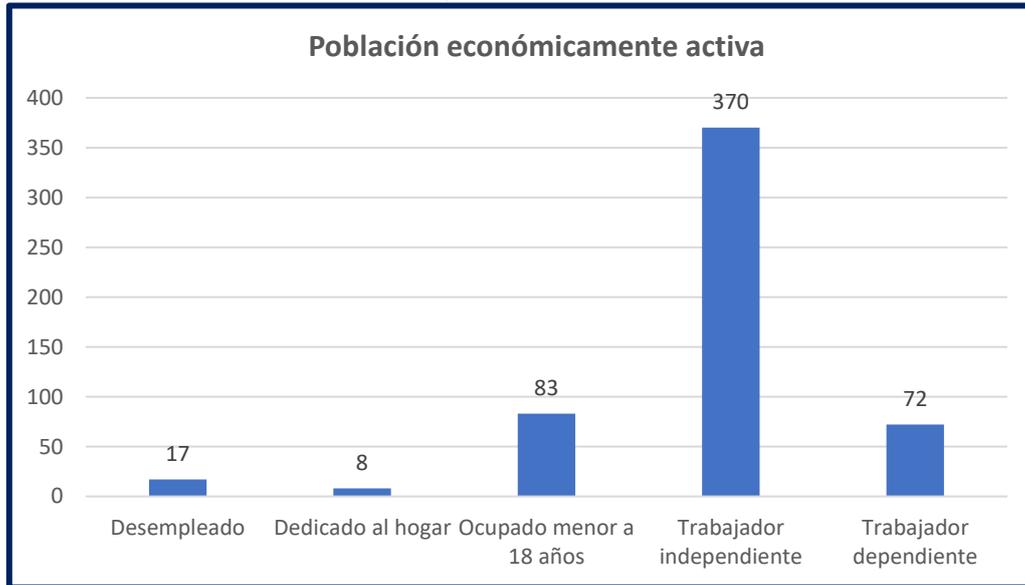
Tabla N° 94: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.059
RC	0.053

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro sobre Población económicamente activa a nivel de lote, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es “Trabajador independiente”

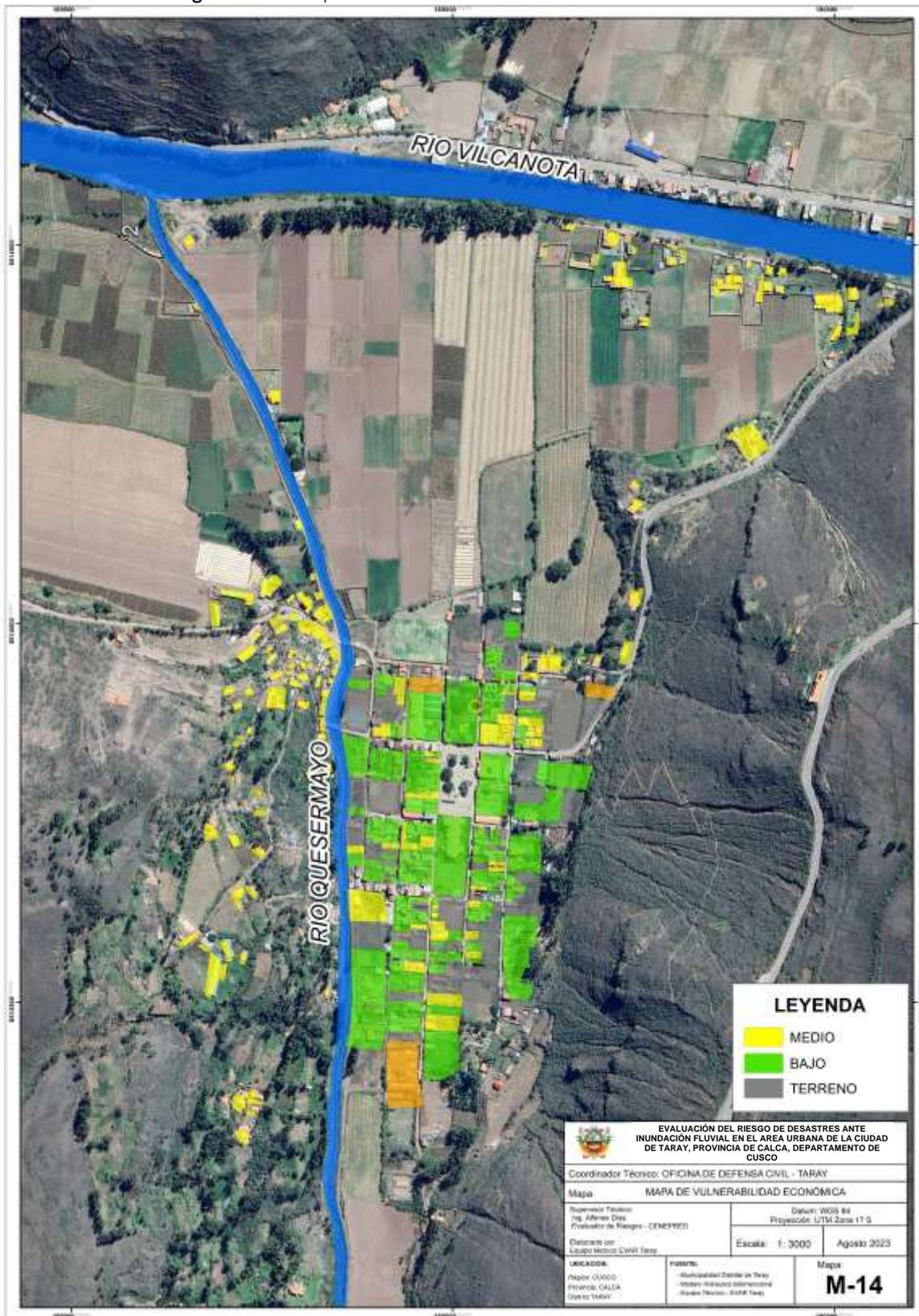
Gráfico N° 25: Predominancia del parámetro de Población económicamente activa



Fuente: Equipo técnico



Figura N° 35: Mapa de Vulnerabilidad de la dimensión económica



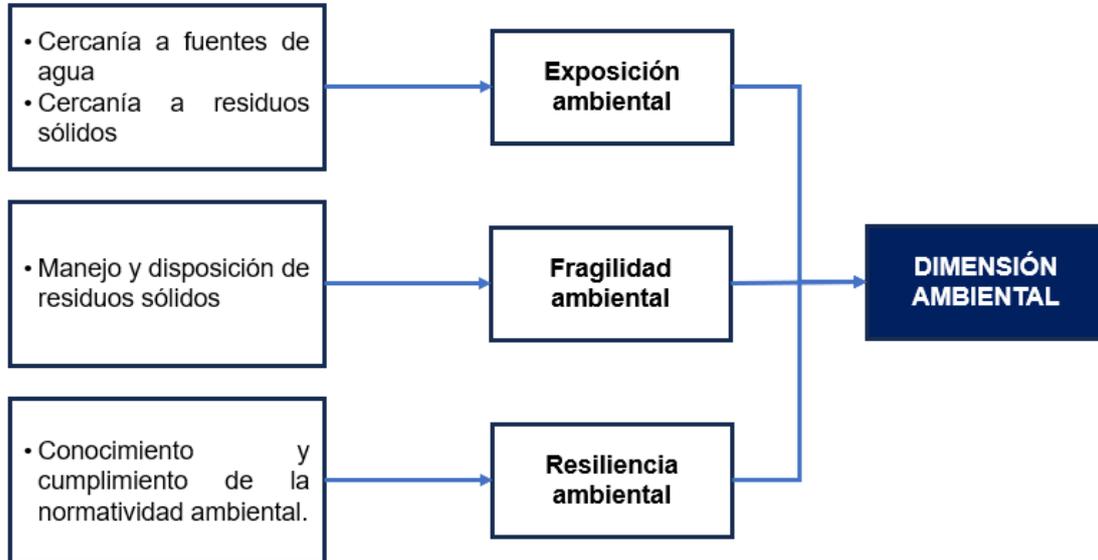
Fuente: Equipo técnico

3.3.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL



En esta dimensión se considera las características del medio ambiente con recursos renovables y no renovables en la ciudad de Taray, identificando recursos vulnerables y no vulnerables.

Gráfico N° 26: Metodología del análisis de dimensión ambiental



Fuente: Equipo técnico

Se procede al cálculo de pesos ponderados de los factores exposición, fragilidad y resiliencia en la dimensión ambiental:

Tabla N° 95: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL	Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental
Exposición ambiental	1.00	2.00	4.00
Fragilidad ambiental	0.50	1.00	3.00
Resiliencia ambiental	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 96: Matriz de normalización de pares de los factores de la dimensión ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL	Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental	DIMENSIÓN AMBIENTAL
Exposición ambiental	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad ambiental	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia ambiental	0.143	0.100	0.125	0.123

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 97: índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.009
RC	0.017

Fuente: Equipo técnico

3.3.4.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Los parámetros considerados para el análisis de exposición ambiental son:



- Cercanía a fuentes de agua
- Cercanía a residuos sólidos

Tabla N° 98: Parámetros de exposición de la dimensión económica

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Parámetro de la exposición de la dimensión ambiental	Cercanía a fuentes de agua	0.50
	Cercanía a residuos sólidos	0.50

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Cercanía a fuentes de agua

Este parámetro para el análisis de la exposición ambiental considera la cercanía de la población a fuentes de agua, los cuales son:

Tabla N° 99: Matriz de comparación de pares

CERCANÍA A FUENTES DE AGUA	Muy cercana	Cercana	Medianamente cercana	Alejada	Muy alejada
Muy cercana	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Cercana	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Medianamente cercana	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Alejada	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Muy alejada	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.17	3.95	6.83	12.50	17.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.08	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 100: Matriz de normalización de pares

CERCANÍA A FUENTES DE AGUA	Muy cercana	Cercana	Medianamente cercana	Alejada	Muy alejada	Vector priorización
Muy cercana	0.460	0.500	0.450	0.400	0.280	0.418
Cercana	0.230	0.250	0.300	0.320	0.200	0.260
Medianamente cercana	0.152	0.125	0.150	0.160	0.120	0.141
Alejada	0.092	0.063	0.075	0.080	0.080	0.078
Muy alejada	0.064	0.050	0.050	0.040	0.040	0.049

Fuente: Equipo técnico

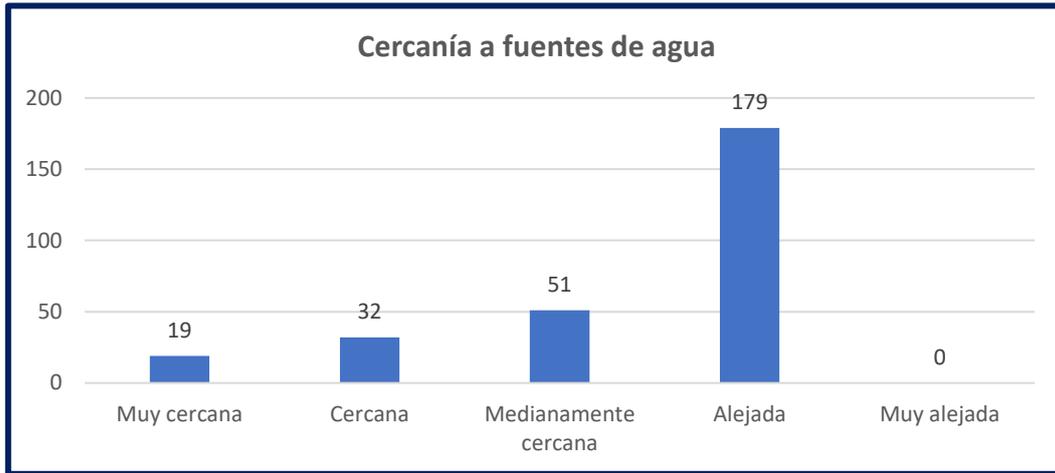
Tabla N° 101: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.014
RC	0.012

Fuente: Equipo técnico

Del resumen del parámetro de la cercanía de la población a fuentes de agua, se observa que en los lotes encuestados el descriptor predominante es “Medianamente cercana”.

Gráfico N° 27: Predominancia del parámetro de Población Cercanía a fuentes de agua



Parámetro: Cercanía a residuos sólidos

Este parámetro para el análisis de la exposición ambiental considera la cercanía de la población a botaderos de basura, los cuales son:

Tabla N° 102: Matriz de comparación de pares

CERCANÍA A BOTADEROS DE BASURA	Menos de 25m	De 25 a 50m	De 50 a 100m	De 100 a 250m	Mayor a 250m
Menos de 25m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 25 a 50m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 50 a 100m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 100 a 250m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 250m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.67	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 103: Matriz de normalización de pares

CERCANÍA A BOTADEROS DE BASURA	Menos de 25m	De 25 a 50m	De 50 a 100m	De 100 a 250m	Mayor a 250m	Vector priorización
Menos de 25m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 25 a 50m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 50 a 100m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 100 a 250m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 250m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

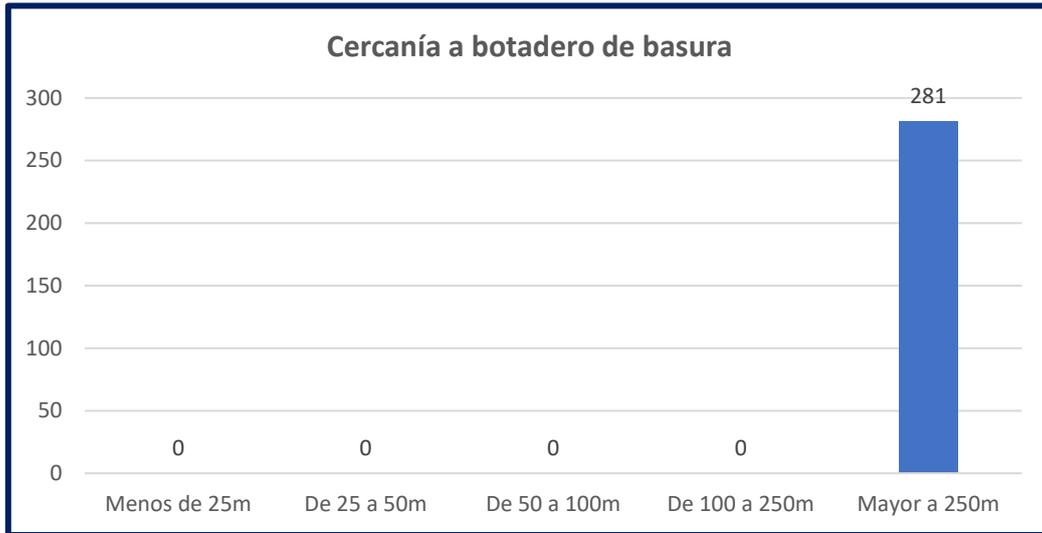
Tabla N° 104: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico

Del resumen del parámetro de cercanía de la población a botaderos de basura, según las encuestas realizadas, se observa que el descriptor predominante es "De 100 a 250m".

Gráfico N° 28: Predominancia del parámetro de Cercanía a botaderos de basura



Fuente: Equipo técnico

3.3.4.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

El parámetro considerado en la fragilidad ambiental es:

- Manejo y disposición de residuos sólidos

Tabla N° 105: Parámetros de fragilidad de la dimensión ambiental

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Parámetro de la fragilidad de la dimensión ambiental	Manejo y disposición de residuos sólidos	1.00

Fuente: Equipo técnico

Parámetro: Manejo y disposición de residuos sólidos

Este parámetro para la fragilidad ambiental busca caracterizar el manejo y la disposición inadecuada de los residuos sólidos, puesto que en un eventual fenómeno natural este se convertiría en un foco de contaminación y proliferación de vectores en la ciudad de Taray, es por eso que se identifican los siguientes descriptores:

Tabla N° 106: Matriz de comparación de pares

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	Sin recojo de residuos sólidos	Botadero en el cauce del río	Recojo por reciclador	Recojo municipal (volquete)	No genera, no bota
Sin recojo de residuos sólidos	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Botadero en el cauce del río	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Recojo por reciclador	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Recojo municipal (volquete)	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
No genera, no bota	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.17	4.03	6.83	11.50	17.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 107: Matriz de normalización de pares

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	Sin recojo de residuos sólidos	Botadero en el cauce del río	Recojo por reciclador	Recojo municipal (volquete)	No genera, no bota	Vector priorización
Sin recojo de residuos sólidos	0.460	0.500	0.450	0.400	0.280	0.418
Botadero en el cauce del río	0.230	0.250	0.300	0.320	0.200	0.260
Recojo por reciclador	0.152	0.125	0.150	0.160	0.120	0.141



Recojo municipal (volquete)	0.092	0.063	0.075	0.080	0.080	0.078
No genera, no bota	0.064	0.050	0.050	0.040	0.040	0.049

Fuente: Equipo técnico

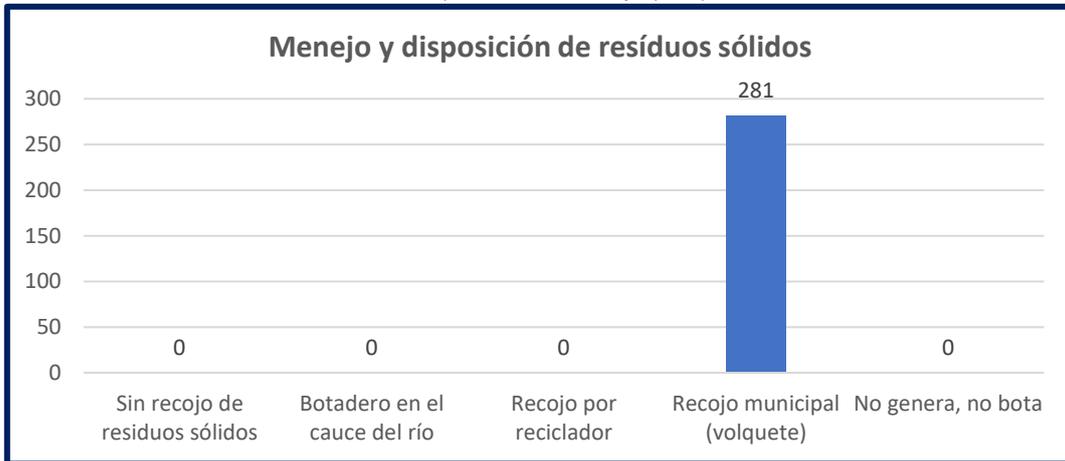
Tabla N° 108: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.011
RC	0.010

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro sobre el manejo y disposición de los residuos sólidos, según las encuestas realizadas en la ciudad de Taray, se observa que el descriptor predominante es "Recojo municipal"

Gráfico N° 29: Predominancia del parámetro Manejo y disposición de residuos sólidos



Fuente: Equipo técnico

3.3.4.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

El parámetro considerado en la resiliencia ambiental es:

- Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental.

Tabla N° 109: Parámetros de fragilidad de la dimensión ambiental

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Parámetro de la resiliencia de la dimensión ambiental	Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental.	1.00

Parámetro: Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental.

Este parámetro se refiere al conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental por parte de la población y autoridades locales.

Tabla N° 110: Matriz de comparación de pares



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL	Autoridad y población desconocen existencia de normatividad	Solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando totalmente
Autoridad y población desconocen existencia de normatividad	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando totalmente	0.17	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.33	18.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 111: Matriz de normalización de pares

CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL	Autoridad y población desconocen existencia de normatividad	Solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando totalmente	Vector priorización
Autoridad y población desconocen existencia de normatividad	0.455	0.496	0.439	0.441	0.333	0.433
Solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	0.227	0.248	0.293	0.265	0.278	0.262
Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente	0.152	0.124	0.146	0.176	0.167	0.153
Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente	0.091	0.083	0.073	0.088	0.167	0.100
Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando totalmente	0.076	0.050	0.049	0.029	0.056	0.052

Fuente: Equipo técnico

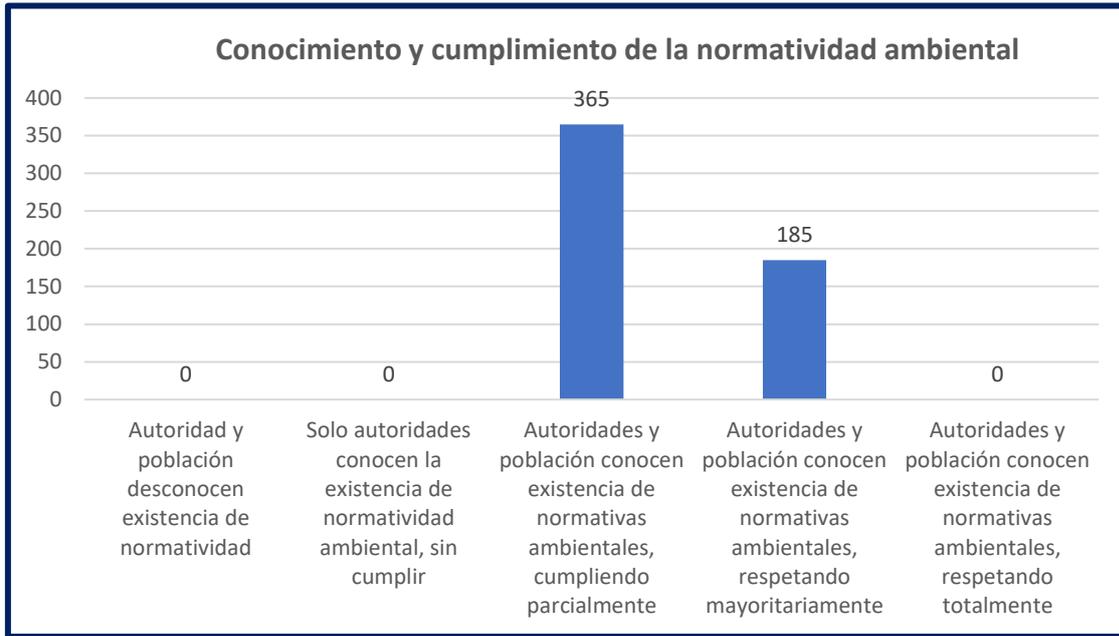
Tabla N° 112: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico

IC	0.024
RC	0.022

Fuente: Equipo técnico

Del resumen de parámetro sobre el conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental en la ciudad de Taray, se observa que el descriptor predominante es "Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente"

Gráfico N° 30: Predominancia del parámetro Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental

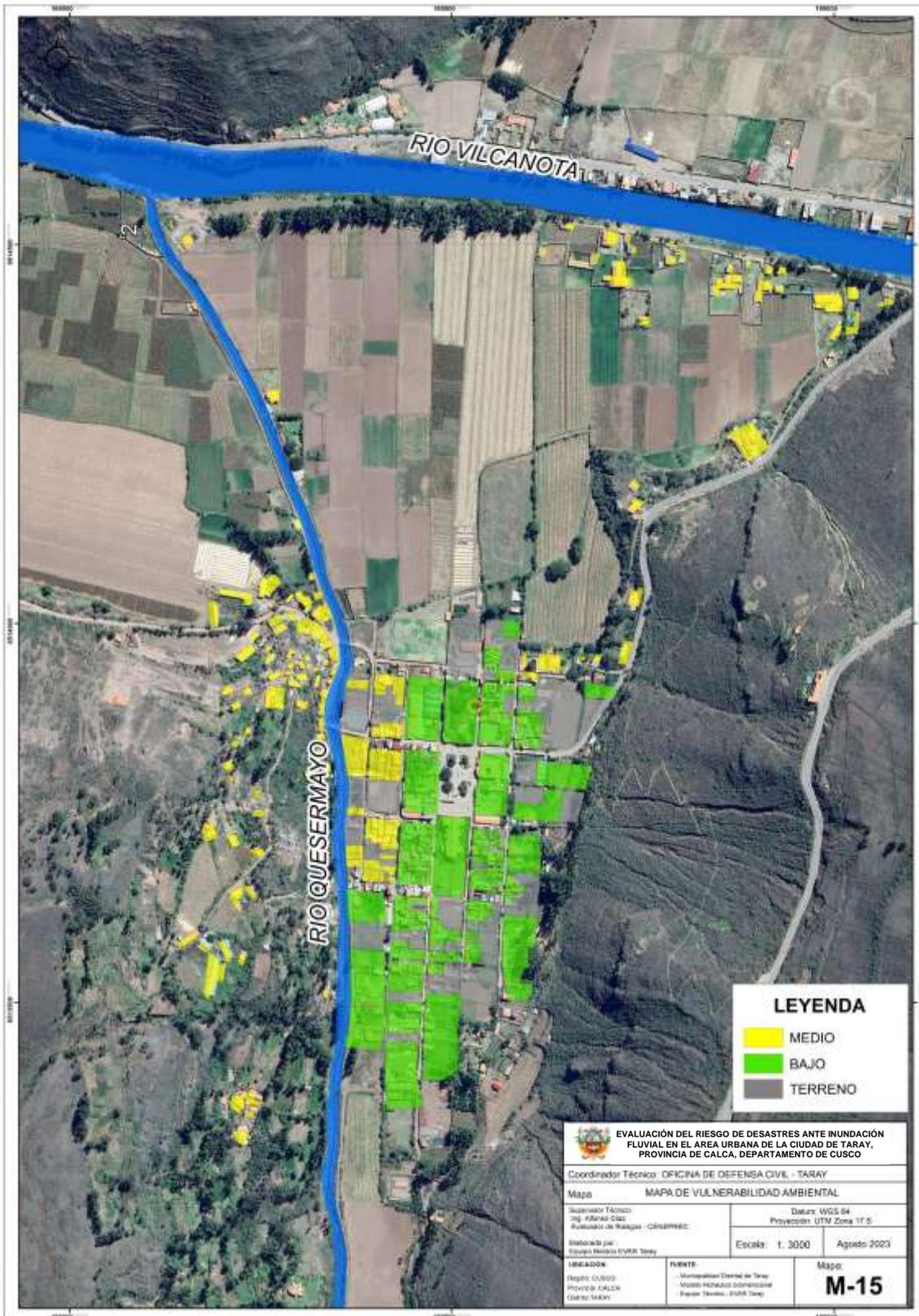


Fuente: Equipo técnico

Figura N° 36: Mapa de Vulnerabilidad de la dimensión ambiental



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO



Fuente: Equipo técnico



3.3.5. RESUMEN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL, ECONOMICA, AMBIENTAL Y CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL

Tabla N° 113: Cálculo de la vulnerabilidad ante inundación fluvial

DIMENSIÓN SOCIAL										Valor de la Dimensión Social	Peso de la Dimensión Social
EXPOSICIÓN SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL				RESILIENCIA SOCIAL					
NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE		GRUPO ETÁREO		ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS		TIPO DE SEGURO		NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN PARA LA GRD			
Ppar. Exp	Desc	Ppar. Frag	Desc	Ppar. Frag	Desc	Ppar. Res	Desc	Ppar. Res	Desc		
0.623		0.120		0.120		0.0685		0.0685			
Más de 6 habitantes	0.433	0-4 y >64	0.444	Ninguno	0.483	Sin seguro	0.503	Muy Mala	0.503	0.450	0.251
De 4 a 6 habitantes	0.262	5-14 y 55-64	0.262	Solo un SS.BB.	0.258	SIS	0.26	Mala	0.26	0.261	0.251
De 2 a 4 habitantes	0.153	15-19	0.153	Dos SS.BB.	0.142	FF.AA. (Ejercito) PNP	0.134	Regular	0.134	0.149	0.251
De 1 a 2 habitantes	0.100	20-29	0.089	Tres SS.BB.	0.077	EsSalud	0.068	Buena	0.068	0.092	0.251
Deshabitado	0.052	30-54	0.053	Todos los servicios básicos	0.04	Privado	0.035	Muy buena	0.035	0.048	0.251



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DIMENSIÓN AMBIENTAL														Valor de la Dimensión Económica	Peso de la Dimensión Económica
EXPOSICIÓN ECONÓMICA		FRAGILIDAD ECONÓMICA								RESILIENCIA ECONÓMICA					
UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		ESTADO DE CONSERVACIÓN		ALTURA DE LA EDIFICACIÓN		USO DEL SUELO		INGRESO FAMILIAR		POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA			
Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc		
0.557		0.080		0.080		0.080		0.080		0.0615		0.0615			
Muy cercana (<10m)	0.496	Mixto / Otros	0.503	Muy malo	0.476	Edificaciones de 5 pisos a más de altura	0.496	Otros usos	0.483	≤500	0.468	Desempleado	0.483	0.491	0.653
Cercana (10m – 20m)	0.262	Prefabricado / Madera / Drywall	0.260	Malo	0.260	Edificaciones de 4 pisos de altura	0.262	Infraestructura estratégica	0.258	>500-≤999	0.268	Dedicado al hogar	0.258	0.261	0.653
Medianamente cercana (20m – 30m)	0.138	Adobe	0.134	Regular	0.144	Edificaciones de 3 pisos de altura	0.138	Comercio	0.142	>1000-≤1499	0.144	Ocupado menor a 18 años	0.142	0.139	0.653
Alejada (30m – 40m)	0.072	Ladrillo / Bloqueta	0.068	Bueno	0.078	Edificaciones de 2 pisos de altura	0.072	Residencial	0.077	>1500-≤2999	0.076	Trabajador independiente	0.077	0.073	0.653
Muy alejada (>40m)	0.032	Concreto armado	0.035	Muy bueno	0.042	Edificaciones de 1 piso de altura	0.032	Terrenos sin edificación	0.040	>3000	0.044	Trabajador dependiente	0.040	0.035	0.653



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO

DIMENSIÓN AMBIENTAL								Valor de la Dimensión Ambiental	Peso de la Dimensión Ambiental	VALORES SÍNTESIS DE LA VULNERABILIDAD
EXPOSICIÓN AMBIENTAL				FRAGILIDAD AMBIENTAL		RESILIENCIA AMBIENTAL				
CERCANÍA A FUENTES DE AGUA		CERCANÍA A RESÍDUOS SÓLIDOS		MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL				
Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc	Ppar	Desc			
0.2785		0.2785		0.320		0.123				
Muy cercana	0.418	Menos de 25m	0.503	Sin recojo de residuos sólidos	0.418	Autoridad y población desconocen existencia de normatividad	0.433	0.444	0.096	0.476
Cercana	0.260	De 25 a 50m	0.260	Botadero en el cauce del río	0.260	Solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	0.262	0.260	0.096	0.261
Medianamente cercana	0.141	De 50 a 100m	0.134	Recojo por reciclador	0.141	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente	0.153	0.141	0.096	0.142
Alejada	0.078	De 100 a 250m	0.068	Recojo municipal (volquete)	0.078	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente	0.100	0.078	0.096	0.078
Muy alejada	0.049	Mayor a 250m	0.035	No genera, no bota	0.049	Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, respetando totalmente	0.052	0.045	0.096	0.039



3.3.6. NIVEL DE VULNERABILIDAD

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla N° 114: Niveles de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Rango				
Muy alta	0.261	≤	V	≤	0.476
Alta	0.142	≤	V	<	0.261
Media	0.078	≤	V	<	0.142
Baja	0.039	≤	V	<	0.078

Fuente: Equipo técnico

Tabla N° 115: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad ante deslizamientos

Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rango
Vulnerabilidad Muy alta	Número de personas por lote mayor a 6 habitantes, con edades entre 0 a 4 y > a 64 años, sin acceso a servicios básicos; No cuenta con seguro; con muy mala organización de la población para la gestión del riesgo de desastres. Viviendas localizadas muy cercana al peligro muy alto (< 10m); con material predominante en paredes de tipo mixto u otro tipo; en muy mal estado de conservación; con una altura de 5 pisos a más; con otros usos del suelo. Familias con un ingreso promedio de ≤ 500 soles; con una población desempleada. Viviendas ubicadas muy cercanas a fuentes de agua y a botaderos de residuos sólidos (menos de 25m); sin manejo ni recojo adecuado de residuos sólidos; con autoridades y poblaciones que desconocen la existencia de normatividad ambiental.	$0.261 \leq V \leq 0.476$
Vulnerabilidad Alta	Número de personas por lote entre 4 a 6 habitantes; con edades entre 5 a 14 y 55 a 64 años; con solo un servicio básico disponible; cuenta con seguro integral de salud; con mala organización de la población para la gestión del riesgo de desastres. Viviendas localizadas cercana al peligro muy alto (10m – 20m); con material predominante en paredes en prefabricado/madera/Drywall; en mal estado de conservación; con una altura de 4 pisos; con uso de suelo para infraestructura estratégica. Familias con un ingreso promedio >500-≤999 soles; con una población dedicada al hogar. Viviendas ubicadas cercanas a fuentes de agua y a botaderos de residuos sólidos (De 25 a 50m); que utilizan el cauce del río como botadero; que solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplirla.	$0.142 \leq V < 0.261$
Vulnerabilidad Media	Número de personas por lote entre 2 a 4 habitantes; con edades entre 15 a 19 años; con dos servicios básicos disponibles; cuenta con seguro de las FF.AA./PNP o EsSalud; con regular organización de la población para la gestión del riesgo de desastres. Viviendas localizadas medianamente cercana al peligro muy alto (20m – 30m); con material predominante en paredes de adobe; en regular estado de conservación; con una altura de 3 pisos; con uso de suelo dedicada al comercio. Familias con un ingreso promedio >1000-≤1499 soles; con una población ocupada menor a 18 años. Viviendas ubicadas medianamente cercana a fuentes de agua y a botaderos de residuos sólidos (De 50 a 100m); que sus residuos son recogidos por recicladores; que Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente.	$0.078 \leq V < 0.142$
Vulnerabilidad Baja	Número de personas por lote entre 1 a 2 habitantes o deshabitadas; con edades entre 20 a 29 y 30 a 54 años; con acceso a todos los servicios básicos; cuenta con seguro de EsSalud o privado; con una buena o muy buena organización de la población para la GRD. Viviendas localizadas alejadas o muy alejadas al peligro muy alto (>30m); con material predominante en paredes de ladrillo/bloqueta o concreto armado; en buen y muy buen estado de conservación; con altura de 1 a 2 pisos; con uso de suelo residencial o sin edificación. Familias con un ingreso promedio >1500 soles; con una población con trabajo dependiente o independiente. Viviendas alejadas o muy alejadas a fuentes de agua y botaderos de residuos sólidos (mayor a 100m); con servicios municipal de recojo de residuos sólidos; que autoridades y población conocen la existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente o totalmente la norma.	$0.039 \leq V < 0.078$

Fuente: Equipo técnico



Finalmente se tiene el mapa de Vulnerabilidad que expresa las condiciones de fragilidad y resiliencia sobre la base de los elementos expuestos al posible evento de inundación, es de resaltar que en el análisis se identifico viviendas ubicadas en cotas elevadas, por sobre los 15 metros hasta los 35 metros, ubicados en las laderas próximas al lecho, fluvial, lo cual hace que dichas zonas no estén expuestas al evento, por lo cual no son parte del análisis, entendiéndose que el nivel de vulnerabilidad se analiza solamente a aquellos elementos que están expuestos al evento.

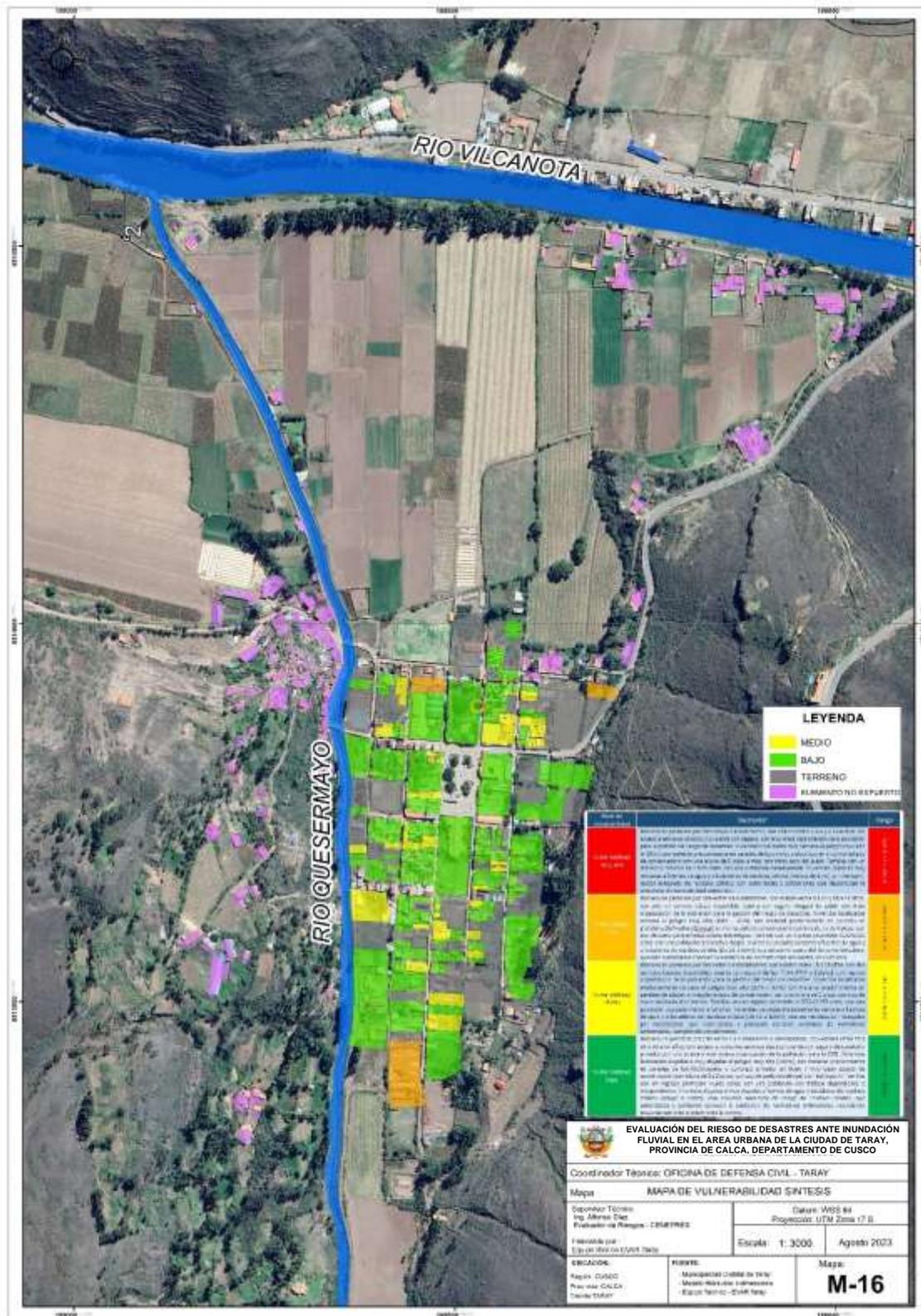
Del mismo modo viviendas ubicadas en zonas distantes a mas de 1.5 km en el extremo derecho donde no se identifican registros de inundación producto de la relación de los elementos territoriales, así como de los resultados de modelos hidráulicos que toman en cuenta todos los parámetros físicos territoriales.

Por tal motivo dichas viviendas al no estar expuestas a la inundación fluvial, no son parte del análisis de Vulnerabilidad y del riesgo.



3.3.7. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Figura N° 37: Mapa de Vulnerabilidad ante inundación fluvial



Fuente: Equipo técnico



3.4. CÁLCULO DE RIESGOS

3.4.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO

Luego de haber identificado el nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad del ámbito de estudio podemos hallar el riesgo que es el resultado de la relación de peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, para luego poder determinar los posibles efectos y consecuencias asociados a un desastre producido por movimientos en masa en la zona de estudio.

$$R_{ie} | t = f(P_i, V_e) | t$$

Dónde:

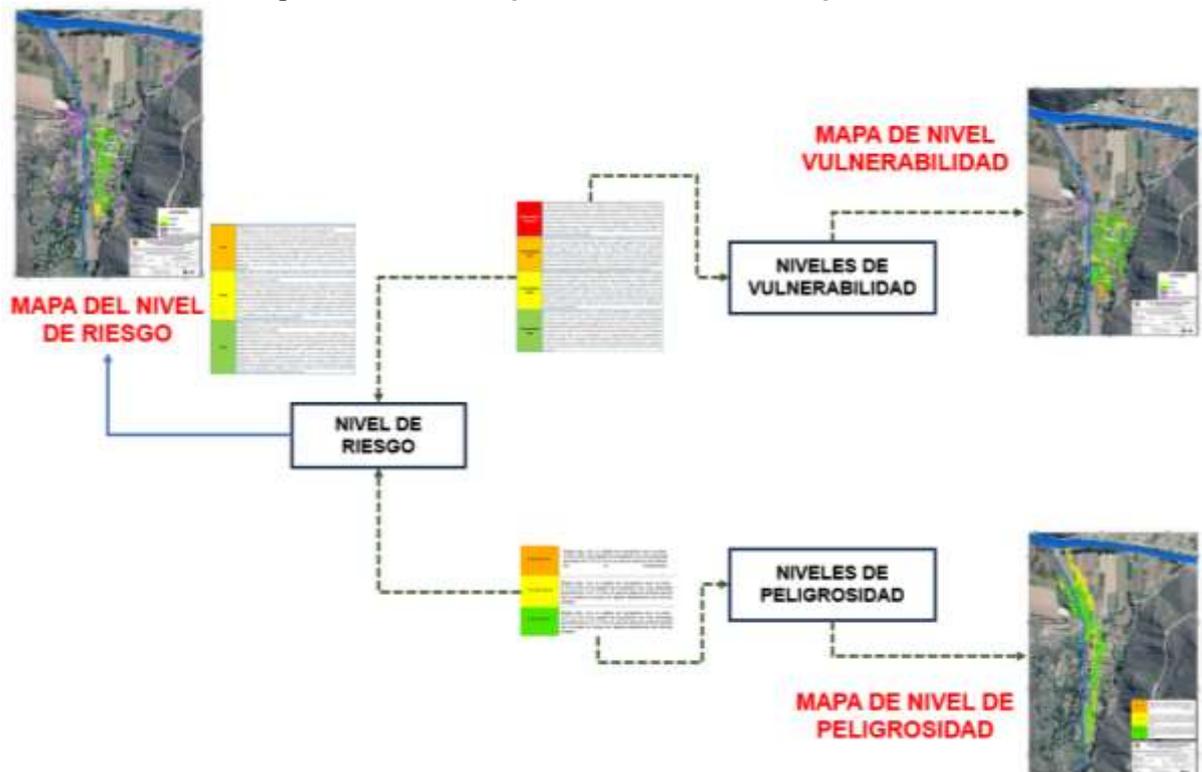
R = Riesgo.

f = En función

P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición " t "

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Figura N° 38: metodología de determinación del riesgo



Fuente: Adaptado de CENEPRED



3.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGOS

3.4.2.1. MATRIZ DE RIESGO

La matriz de riesgos originado por inundación fluvial en el ámbito de estudio es la siguiente:

Tabla N° 116: Cálculo de los niveles de riesgo

Método simplificado de determinación del nivel de riesgo					
PMA	0.750	0.059	0.107	0.196	0.357
PA	0.500	0.039	0.071	0.131	0.238
PM	0.250	0.020	0.036	0.065	0.119
PB	0.100	0.008	0.014	0.026	0.048
		0.078	0.142	0.261	0.476
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Equipo técnico

3.4.2.2. NIVELES DE RIESGO

En la siguiente Tabla, se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Tabla N° 117: Niveles de riesgo

Nivel de riesgo	Rango				
Muy alto	0.131	≤	V	≤	0.357
Alto	0.036	≤	V	<	0.131
Medio	0.008	≤	V	<	0.036
Bajo	0.001	≤	V	<	0.008

Fuente: Equipo técnico

3.4.2.3. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR INUNDACIÓN

La prevención y la reducción del riesgo de desastre, son las principales procesos que garantizan el desarrollo territorial sostenible, como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, estos parámetros, al menos los de riesgo muy alto y alto, deben reducirse con la implementación de medidas que eviten la generación de nuevos riesgos y la reducción de las condiciones de vulnerabilidad existente, así como promover la preparación de la población en riesgo. Estas acciones permitirán generar condiciones que mejoren la calidad de vida de la población y contribuirán a su desarrollo de forma sostenible.

Tabla N° 118: Niveles de riesgo

Nivel de riesgo	Descripción	Rango
Alto	Peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.25m a 0.50m, con una velocidad promedio de 1.5 a 2.0 m/s, el cual se ubica en las riberas del río Quesermayo. Vulnerabilidad alta: número de personas por lote entre 4 a 6 habitantes; con edades entre 5 a 14 y 55 a 64 años; con solo un servicio básico disponible; cuenta con seguro integral de salud; con mala organización de la población para la gestión del riesgo de desastres. Viviendas localizadas cercana al peligro muy alto (10m – 20m); con material predominante en paredes en prefabricado/madera/Drywall; en mal estado de conservación; con una altura de 4 pisos; con uso de suelo para infraestructura estratégica. Familias con un ingreso promedio >500-≤999 soles; con una población dedicada al hogar. Viviendas ubicadas cercanas a fuentes de agua y a botaderos de residuos sólidos (De 25 a 50m); que utilizan el cauce del río como	$0.036 \leq V < 0.131$



Nivel de riesgo	Descripción	Rango
	botadero; que solo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplirla.	
Medio	Peligro medio, con un calado de inundación que va entre 0.10m a 0.25m, con una velocidad promedio de 1.0 a 1.5 m/s, el cual se ubica en el lecho aluvial de la ciudad en zonas con ligeras depresiones que forman aniegos. Vulnerabilidad media, número de personas por lote entre 2 a 4 habitantes; con edades entre 15 a 19 años; con dos servicios básicos disponibles; cuenta con seguro de las FF.AA./PNP o EsSalud; con regular organización de la población para la gestión del riesgo de desastres. Viviendas localizadas medianamente cercana al peligro muy alto (20m – 30m); con material predominante en paredes de adobe; en regular estado de conservación; con una altura de 3 pisos; con uso de suelo dedicada al comercio. Familias con un ingreso promedio >1000-≤1499 soles; con una población ocupada menor a 18 años. Viviendas ubicadas medianamente cercana a fuentes de agua y a botaderos de residuos sólidos (De 50 a 100m); que sus residuos son recogidos por recicladores; que Autoridades y población conocen existencia de normativas ambientales, cumpliendo parcialmente.	$0.008 \leq V < 0.036$
Bajo	Peligro bajo, con un calado de inundación que va entre 0.01m a 0.10m, con una velocidad promedio de 0.5 a 1.0 m/s, el cual se ubica en el lecho aluvial de la ciudad en zonas con ligeras depresiones que forman aniegos. Vulnerabilidad baja, número de personas por lote entre 1 a 2 habitantes o deshabitadas; con edades entre 20 a 29 y 30 a 54 años; con acceso a todos los servicios básicos; cuenta con seguro de EsSalud o privado; con una buena o muy buena organización de la población para la GRD. Viviendas localizadas alejadas o muy alejadas al peligro muy alto (>30m); con material predominante en paredes de ladrillo/bloqueta o concreto armado; en buen y muy buen estado de conservación; con altura de 1 a 2 pisos; con uso de suelo residencial o sin edificación. Familias con un ingreso promedio >1500 soles; con una población con trabajo dependiente o independiente. Viviendas alejadas o muy alejadas a fuentes de agua y botaderos de residuos sólidos (mayor a 100m); con servicios municipal de recojo de residuos sólidos; que autoridades y población conocen la existencia de normativas ambientales, respetando mayoritariamente o totalmente la norma.	$0.001 \leq V < 0.008$

Fuente: Equipo técnico

Finalmente se tiene el mapa de riesgos que expresa las condiciones de peligro y vulnerabilidad sobre la base de los elementos expuestos al posible evento de inundación, es de resaltar que en el análisis se identificó viviendas ubicadas en cotas elevadas, por sobre los 15 metros hasta los 35 metros, ubicados en las laderas próximas al lecho, fluvial, lo cual hace que dichas zonas no estén expuestas al evento, por lo cual no son parte del análisis, entendiendo que el nivel de vulnerabilidad se analiza solamente a aquellos elementos que están expuestos al evento.

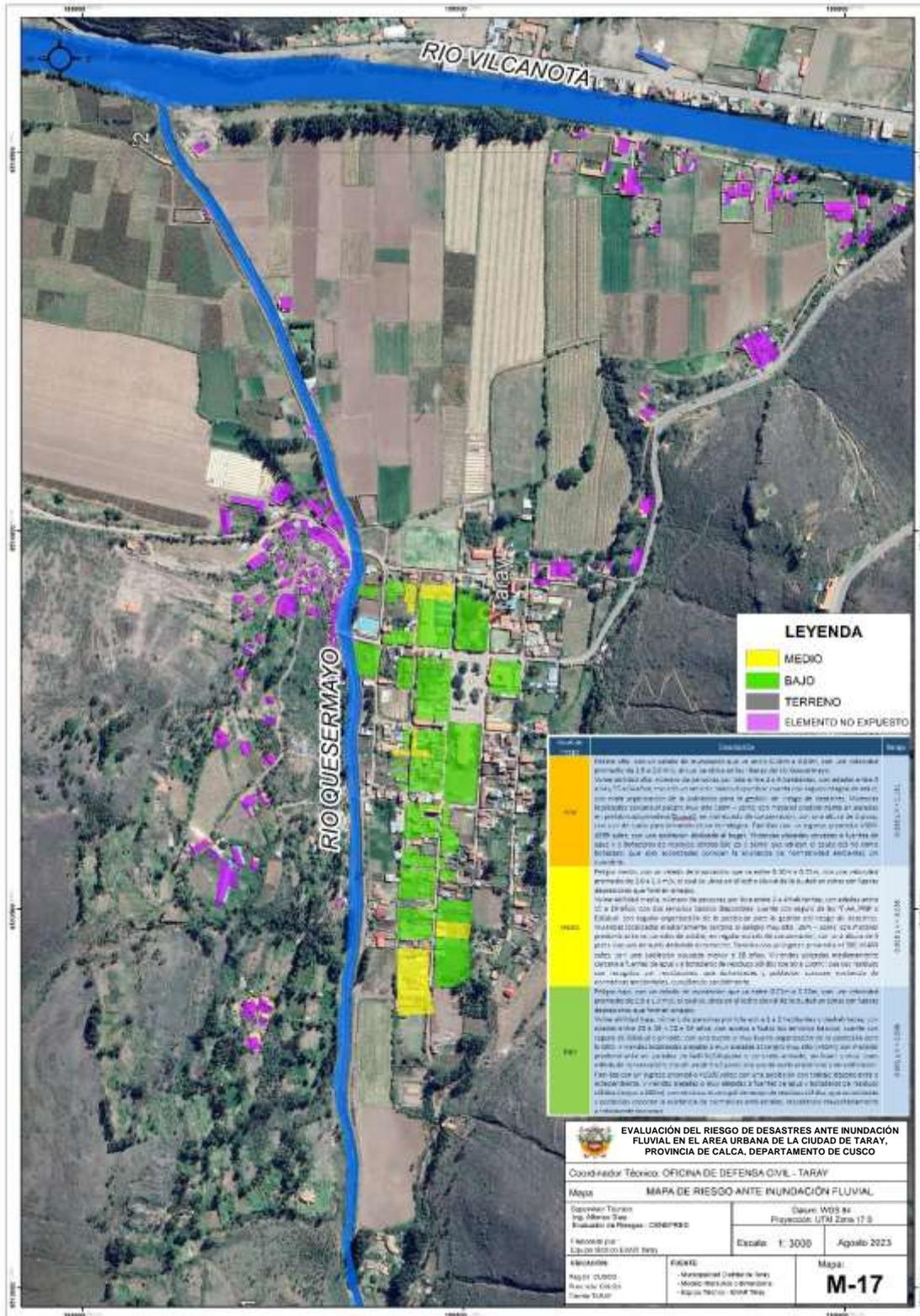
Del mismo modo viviendas ubicadas en zonas distantes a más de 1.5 km en el extremo derecho donde no se identifican registros de inundación producto de la relación de los elementos territoriales, así como de los resultados de modelos hidráulicos que toman en cuenta todos los parámetros físicos territoriales.

Por tal motivo dichas viviendas al no estar expuestas a la inundación fluvial, no son parte del análisis del riesgo.



3.4.2.4. MAPA DE RIESGOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL

Figura N° 39: Mapa de Riesgo ante inundación fluvial



Fuente: Equipo técnico



3.4.3. CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA)

Como base en el análisis de pérdidas se estimó de manera cuantitativa expresado en valores económicos las pérdidas directas del nivel de riesgo en función de una relación de elementos vulnerables de riesgo medio, alto y bajo confrontado por un valor de macrooperación y relacionado con el factor de riesgo se pudo determinar el valor de las posibles pérdidas proyectadas.

Finalmente, el periodo que sirve de base en el diagnóstico, es dependiente de la tipología estructural Un proceso para la cuantificación del costo relacionan el valor de la pérdida y reparación con la distorsión de la respuesta del evento climático para cada unidad de estudio.

Este costo se representa como un porcentaje del costo de la estructura en su condición antes del evento climático. En este enfoque metodológico se ha considerado 4 tipos de afectación

- De 0,01% a 15% edificaciones con niveles de daño bajo
- De 15% a 30% edificaciones con niveles de daño medio
- De 30% a 60% edificaciones con niveles de daño alto
- Más de 60% edificaciones con un nivel de daño muy alto

Tabla N° 119 Factor de Riesgo y daño en infraestructura

Nivel de Riesgo	Relación de daño	Factor de Riesgo	Daño estructural	Daño no estructural
Bajo	0,01% a 15%	0.015	Ninguno	Ninguno Localizado
Medio	15% a 30%	0.30	Ligero	Moderado Extensivo
Alto	30% a 60%	0.60	Considerable Cercano al total	Cercano al total
Muy Alto	> 60%	1.00	Grave	Grave Colapso

Elaborado: Equipo Técnico.

Fuente: Escala de definición de daño de acuerdo al EERI (Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California); Escala de daños de acuerdo a Whitman, 1973, NHRC (Natural Hazards Centre, Universidad de Macquarie, Australia)

Con esto se tiene los siguientes valores de perdida en función del riesgo cuantificado

Tabla N° 120 Calculo de pérdidas probables

Nivel de Riesgo	Numero de predio	Factor de Riesgo	Unidad en m2	Macro precio Unitario por m2	Valor de pérdida
Bajo	92	0.015	6770.53	S/ 500	S/. 50,778.00
Medio	9	0.30	34993.99	S/ 500	S/ 5,249,098.5

Elaborado: Equipo Técnico.

Fuente: CAPECO - MVCS

En total se estima una pérdida directa de S/. 5,299,876.5



3.4.4. ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

Cabe precisar que el nivel de riesgo expresado por el peligro que se genera a partir de un modelo hidráulico y la vulnerabilidad generada a partir de un análisis estadístico de parámetros que expresan su nivel de fragilidad y resiliencia.

En ese sentido como producto del análisis del riesgo se llega a la definición de sectores de riesgo en el ámbito urbano del distrito Taray, sectores que tiene una clara diferenciación del nivel de daño y pérdida, como se puede identificar en los resultados se tiene un nivel de riesgo medio con un total de 9 lotes que suman 6770.53 m² y 92 lotes que suman un área de 34993.99 m².

Con estas condiciones y particularidades del ámbito y del riesgo que se tiene se puede plantear las medidas de prevención, detallando si que el nivel de riesgo que anteriormente presentaba el área urbana de Taray fue reducido drásticamente con el proyecto que actualmente existe, donde se encauso en río Quesermayo desde la parte alta del área urbana hasta su desembocadura en el río Vilcanota.

3.4.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)

3.4.5.1. DE ORDEN ESTRUCTURAL

- Desarrollar infraestructura de construcción complementaria de drenaje pluvial, así como adecuados procesos de control de flujos y escorrentía ante eventos extraordinarios.

3.4.5.2. DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- Incorporación de los resultados del estudio de evaluación de riesgo en los planes estratégicos y de ordenamiento territorial del distrito.
- Difusión de los resultados del estudio de evaluación de riesgo a la población, con el lenguaje adecuado acerca de los riesgos identificados en la zona, de esta manera puedan asumir mayor conciencia y tomar decisiones adecuadas para mejorar su seguridad.
- Formular el Plan de Prevención y reducción del riesgo de desastres del distrito de Taray
- Identificar ideas de proyecto orientadas a la reducción del riesgo existente.
- Fortalecer la estrategia de gestión financiera del riesgo de desastres (fomentar la transparencia del gasto, programa presupuestal PPR 068, etc.).
- Establecer parámetros específicos para el control urbano en las zonas de riesgo identificadas.

3.4.6. MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)

3.4.6.1. DE ORDEN ESTRUCTURAL

- Descolmatar el río Quesermayo en el tramo de 1556 metros lineales a una profundidad promedio de 1.0 m, desde el Punto A en coordenadas 8513073.66 m S, 189354.61 m E hasta el Punto B en la desembocadura en el río Vilcanota, con coordenadas 8514576.32 m S, 189095.74 m E, cabe precisar que el proceso de descolmatación deberá ser supervisado por especialista en hidráulica y los materiales a remover deberán ser depositados en puntos autorizados, por ningún motivo debe darse la práctica la acción



de remover material en el lecho del rio y depositarlo en las márgenes del mismo, todo el material extraído deberá ser depositado en zonas autorizadas o donde se requiera rellenar, pero de manera controlada y compactada, según criterio técnicamente justificado.

Figura N° 40: Tramo de limpieza del rio Quesermayo



Elaborado: Equipo Técnico.

- Mejorar y elevar la ribera de la margen derecha del rio Quesermayo, mediante el enrocado donde las rocas a utilizar tengas diámetro como mínimo de 1.0 m, cabe precisar que el largo del enrocado deberá ser de 50 metros teniendo como punto central las coordenadas 189355.74 m E, 1 8513021.04 m S, es recomendable que el enrocado tendrá un aglomerante como mortero o lechada de concreto con una dosificación y diseño según las especificaciones de un perfil o expediente técnico.

Figura N° 41 Enrocado en el tramo alto



Elaborado: Equipo Técnico



3.4.6.2. DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- Implementar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de desastres, priorizando los programas identificados para la reducción del riesgo existente.
- Formular ideas de proyectos para la reducción del riesgo existente (formulario 5A) y establecer una cartera de proyectos.
- Capacitar a la población en el cumplimiento de las normas técnicas de construcción como medida de seguridad.
- Promover actividades comunitarias para la reducción del riesgo como: limpieza de cunetas, forestación de las riberas de los ríos, limpieza de techos y zonas de acumulación de aguas pluviales, entre otras,

3.4.7. MEDIDAS DE PREPARACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)

3.4.7.1. DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- Formular el Plan de Preparación para la respuesta y rehabilitación del distrito de Taray.
- Promover la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante inundación fluvial.
- Formular un Plan de Contingencias ante inundación fluvial
- Identificación y señalización de rutas de evacuación y zonas seguras ante inundación fluvial.
- Elaborar el Plan de Educación Comunitaria y promover el desarrollo de un programa de formación comunitaria.
- Desarrollar capacidades de los integrantes del Grupo de Trabajo de la GRD y de la Plataforma distrital de Defensa Civil.
- Promover la formación del voluntariado en emergencias y rehabilitación – VER Taray.

3.5. DEL CONTROL DE RIESGOS

3.5.1. DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

3.5.1.1. ACEPTABILIDAD /TOLERABILIDAD

Tipo De Fenómeno: Hidrometeorológico

Tipo De Peligro: Inundación Fluvial

Elementos Expuestos: Área urbana del distrito de Taray

Valoración De Las Consecuencias: medio, a que hay posibilidad de desarrollar infraestructura.

Tabla N° 121: Valoración de la Consecuencia

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

Valoración de frecuencia de recurrencia: medio, debido a la probabilidad de una inundación fluvial.



Tabla N° 122: Valoración de la Frecuencia

Nivel	Probabilidad	Descripción
4	Muy Alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos largos según las circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED

Tabla N° 123: Valoración de la Frecuencia

Consecuencias	Nivel	Zonas de consecuencias y daños			
Muy Alto	1	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alto	2	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Medio	3	Media	Media	Alta	Alta
Bajo	4	Baja	Media	Media	Media
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: CENEPRED

ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA: medio, debido al cruce entre los niveles de aceptabilidad y tolerancia.

Tabla N° 124: Aceptabilidad y/o tolerancia

Nivel	Descriptor	Descripción
4	Muy Alto	Se deben aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Alto	Se deben desarrollar medidas INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Medio	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Bajo	No presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED

3.5.1.2. CONTROL DE RIESGOS

- En relación al análisis del peligro podemos indicar que se zonificaron tres niveles, el primero el sector de peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.25 a 0.50m de calado de inundación con una velocidad promedio de 1.5 a 2.0 m/s, el segundo Peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.10 a 0.25m de calado de inundación con una velocidad promedio de 1.0 a 1.5 m/s, y finalmente el tercero que presenta un peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.01 a 0.10m de calado de inundación con una velocidad promedio de 0.5 a 1.0 m/s.
- En relación a la Vulnerabilidad integral se identificó que la población de Taray a mejorado sustancialmente sus condiciones de preparación en el marco de la implementación de dos proyectos de SAT desarrollados en el 2010 y en el 2015 por lo cual su capacidad de resiliencia es buena, del mismo modo la mejora en la infraestructura urbana a raíz del evento del año 2010 es igualmente sustancial, como se evidencia en los parámetros urbanos recopilados en campo, muestra de ello es que el nivel de vulnerabilidad principalmente es medio y/o bajo.
- En relación al riesgo se evidencia una disminución considerable a lo ocurrido en el año 2010, básicamente por 03 aspectos importantes, el primero es la mejora en las capacidades de organización y gestión del riesgo en general, una mejora en la infraestructura y equipamiento urbano reduciendo su fragilidad y finalmente la construcción de un sistema de protección ante inundaciones desarrollado por el



Proyectos Especial de Manejo de Agua – IMA, que desarrollo una defensa ribereña mediante gaviones que permite contener gran parte de los posibles flujos que se generen.

- Finalmente, sobre la base de los resultados se recomienda darle mantenimiento mediante la descolmatación y mejora del lecho fluvial para darle al rio una mejor y mayor circulación del flujo y permitir que los caudales de diseño puedan fluir sin problema o inconveniente alguno.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

De acuerdo al Censo Poblacional y vivienda desarrollado por el INEI, la población del distrito de Taray presenta un total de 4,762 habitantes, teniendo una densidad poblacional de 80.18 hab/km².

Según los estudios recientes, el núcleo urbano de Taray se caracteriza como un área con un 56% de uso residencial, un 12% de uso comercial y un 8% de áreas verdes y de servicios públicos. Adicionalmente, hay un 3% de zonas industriales y un 6% de áreas baldías.

De acuerdo. El estudio indica que el 95.7% de las viviendas en Taray se construyen con materiales no cerámicos, como paja, bahareque, adobe y tierra. Mientras que el 4.3% de los hogares se construyen con materiales cerámicos, como ladrillo y ladrillo armado.

Se concluye que en Taray tienen sistemas de construcción con albañilería confinada, siendo el ladrillo el material más común, este material es usado por el 49.2% de los hogares en paredes y el 65.7% en los pisos. Asimismo, el 20.9% de los hogares tienen paredes de adobe y el 13.8% tienen pisos de tierra.

Se puede afirmar que las viviendas de Taray son un reflejo de la cultura de la población local y de la transformación de este sector de la sociedad, de la que forman parte y que está en constante cambio. Las viviendas están en una transición entre el pasado y el presente, sin dejar de lado las raíces ni las costumbres, sino integrándolas en el contexto moderno.

Según datos oficiales de trabajo de campo, por el equipo de trabajo se evidencio una gran cantidad de viviendas construidas con material noble (ladrillo), al parecer en los últimos 5 años, las cuales son señales de progreso y mejora en la calidad de vida en sus habitantes.

La organización social del distrito de Taray ha sido importante para la integración de la población, ya que ha permitido reducir la desigualdad y mejorar la cohesión social. Así, el distrito de Taray se ha convertido en un ejemplo de integración e inclusión social, así como de movilidad social y aprovechamiento de las oportunidades.

Las organizaciones sociales del distrito de Taray, no existen organizaciones sociales permanentes con tareas claras en referencia a la gestión de riesgos de desastres, salvo la compañía de bomberos con sede en el distrito de Pisac, quien se moviliza en caso de emergencias y desastres al distrito de Taray por su cercano.

Desde el punto de vista geológico se identificó depósitos de tipo aluvial, en la desembocadura, donde se ubica el centro poblado de Taray, cabe precisar que el ámbito esta circundado por grandes bloques de rocas volcánicas, envueltos por una matriz areno-limosa.



Estos bloques volcánicos provienen de la formación Pisac y Pachatusan debido a que presentan materiales de fácil interperismo y erosión, depositándose por consecuencia de aluviones en el lecho del río Quesermayo

A nivel local el ámbito de análisis se encuentra mayormente sobre depósitos aluviales y depósitos fluviales. El piso está cortado por el río Quesermayo. Las laderas de los cerros están conformadas principalmente por depósitos coluviales o por afloramientos de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias en muchos casos muy fracturados que debido a las pendientes muy empinadas y el intemperismo, forman conos aluviales y movimientos de suelos y rocas.

Se ha establecido caudales máximos para el río Quesermayo en el tramo urbano de Taray, llegan a tener 125.0 m³/s para un periodo de retorno 100 años y 142.27 m³/s, para un periodo de retorno de 200 años como elementos para el cálculo del peligro. Los diferentes tramos analizados en el río Quesermayo.

De los resultados del modelamiento hidráulico realizados en el tramo de interés, se obtuvo que la quebrada presenta desbordes para un periodo de diseño de 100 años, los tirantes obtenidos van desde los 0.1m a 2.5 m con velocidades variables de 1 - 2 m/s, para la zona de interés.

Sobre la base del análisis físico se definió 03 niveles de peligro, pero 02 son representativas en ese sentido se tiene Peligro alto, con un calado de inundación que va entre 0.10 a 0.25m de calado de inundación con una velocidad promedio de 1.0 a 1.5 m/s, el cual se ubica en el lecho aluvial de la ciudad en zonas con ligeras depresiones que forman aniegos y el Peligro medio, con un calado de inundación que va entre 0.01 a 0.10m de calado de inundación con una velocidad promedio de 0.5 a 1.0 m/s, el cual se ubica en el lecho aluvial de la ciudad en zonas con ligeras depresiones que forman aniegos.

En relación a la vulnerabilidad social, económica, vemos la preponderancia del nivel de vulnerabilidad medio esto explicado por condiciones de mejor de las infraestructuras expuestas, mejora en los procesos de participación y concientización sobre la base de eventos pasados, cabe precisar que las condiciones físicas del ámbito nos muestran mejora en los procesos de organización de la población.

En relación al riesgo vemos que existen una predominancia del nivel bajo y medio, puesto que sobre la base de relación entre el peligro y la vulnerabilidad vemos una reducción sustancial en ambos casos, en el primer caso referido al peligro es vital la presencia de infraestructuras de contención ante inundaciones, construido por el IMA – CUSCO, el cual cambio todo el escenario de peligro, puesto que esta infraestructura contiene caudales extraordinarios que se podrían generar, en relación a la vulnerabilidad se identificó una mejora sustancial en las infraestructuras urbanas, del mismo proyectos desarrollados por PREDES e IMA – CUSCO, permitieron generar mejor condiciones de organización social que mejora la capacidad de resiliencia por lo cual se reduce el nivel de vulnerabilidad, esta relación finalmente genera niveles de riesgo bajo y medio como se refrenda los documentos.

En relación al análisis de control de riesgos donde se ve aspectos de aceptabilidad y/o tolerancia: se pudo identificar un nivel medio lo que indica que la entidad deberá desarrollar actividades para el manejo de riesgos.



Finalmente se concluye que el nivel de riesgo ante inundaciones es medio y bajo, por lo cual deberá actualizarse y registrarse dicha información en las plataformas y sistemas de gestión del sector público, y sobre la base de ello las acciones de inversión y de gestión pública que promueva el gobierno local tengan todas las garantías de sostenibilidad bajo en criterio del riesgo.

4.2. RECOMENDACIONES

Reducir el riesgo en el marco de los procesos de la gestión prospectiva, correctiva e incluso reactiva, puesto que es necesario siempre tener población y autoridades preparadas mediante las acciones que se desarrollan en los ítems, 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7.

Socializar la EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO, mediante adecuadas estrategias comunicacionales adaptadas a la población, para seguir concientizando y mejorando el nivel de resiliencia

Sobre la base de la EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR INUNDACION FLUVIAL EN EL AREA URBANA DEL DISTRITO DE TARAY, PROVINCIA DE CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO, desarrollar instrumentos de gestión específica enmarcados en la ley del SINAGERD:

5. BIBLIOGRAFÍA

- Boletín geológico del INGEMMET
- Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2022 - 2030
- Página Web del INDECI (www.indeci.gob.pe)
- Ley 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y su Reglamento DS N° 048-2011-PCM - RM N° 334-2012-PCM – Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres.
- Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión. Publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Dirección de Gestión de Procesos (DGP) - Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL). CENEPRED, 2014.
- Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. Comisión económica para américa latina y el caribe (CEPAL).2003.
- Expediente técnico para control de inundaciones (2015) IMA
- Análisis del riesgo de desastres de la cuenca del Quesermayo, distrito de Taray, provincia de Calca, Cusco (2011) PREDES

6. ANEXOS

- 6.1. ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICOS
- 6.2. ANEXO 2: DATOS ESTADÍSTICOS
- 6.3. ANEXO 3: MAPAS
- 6.4. ANEXO 4: GEODATABASE
- 6.5. ANEXO 5: MODELO HIDRAULICO
- 6.6. ANEXO 6: TOPOGRAFIA