

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA
Y DEPARTAMENTO TACNA”

TESIS

Presentada por:

Bach. Pedro Leonardo Chipana Ramos

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA – PERÚ
2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE
DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO
DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO
TACNA”

Tesis sustentada y aprobada el día 30 de enero de 2024 estando integrado
el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE


:

Dr. Ing. Victor Yapuchura Platero

SECRETARIO


:

Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

VOCAL


:

Dr. Ing. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

ASESOR DE TESIS

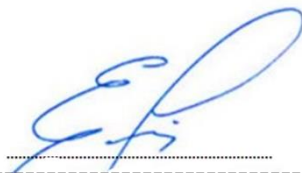

:

Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas**, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 115-2023-FIAG/UNJBG de la tesis denominada: **“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO TACNA”**, presentado por el Bachiller Pedro Leonardo Chipana Ramos, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software Antiplagio **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud cuyo porcentaje es 15%, por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis, la cual está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional.



Firma de Asesor

DNI N°: 00486621

Nombre y apellidos del asesor: **Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas**

DEDICATORIA

A Dios, quien me guía en cada paso de mi vida y me provee de salud, inteligencia, discernimiento y fortaleza para seguir adelante.

A mis padres, mi hermano y a todos quienes han revelado en mí una gran persona.

AGRADECIMIENTO

*A Dios, por ser mi mayor inspiración,
por darme vida y permitirme alcanzar
mis sueños.*

*A todos los docentes que han sido
parte de mi formación profesional,
por su apoyo incondicional, sus
enseñanzas y sus conocimientos
compartidos.*

*A mis padres, mi hermano, y
amistades, quienes siempre han
estado a mi lado para ayudarme y me
han motivado a superarme día a día.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE GENERAL	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
RESUMEN	17
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO I : ASPECTOS GENERALES.....	23
1.1 Antecedentes del problema	23
1.2 Planteamiento del problema	33
1.3 Formulación del problema.....	35
1.3.1 Interrogante general.....	35
1.3.2 Interrogantes específicas.....	36
1.4 Formulación de la hipótesis	36
1.4.1 Hipótesis general.....	36
1.4.2 Hipótesis específicas	36
1.5 Justificación.....	37
1.6 Definición de los objetivos.....	38
1.6.1 Objetivo general.....	38
1.6.2 Objetivos específicos.....	38
1.7 Definición de variables	38
1.7.1 Identificación de variables	38

1.7.2	Caracterización de las variables.....	38
1.7.3	Medición operacional de las variables.....	39
1.8	Alcances y limitaciones.....	39
1.8.1	Alcances	39
1.8.2	Limitaciones	40
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO.....		41
2.1	Evaluación de riesgo	41
2.2	Análisis y evaluación de peligrosidad	42
2.2.1	Recopilación de información	42
2.2.2	Peligros generados por fenómenos de origen natural	44
2.2.3	Susceptibilidad del ámbito geográfico	48
2.2.4	Metodología de la determinación de los niveles de peligrosidad....	48
2.3	Análisis de vulnerabilidad.....	49
2.3.1	Análisis de los factores de la vulnerabilidad	50
2.3.2	Metodología del análisis de la vulnerabilidad.....	51
2.4	Proceso de análisis jerárquico	52
2.4.1	Escala de Saaty	53
2.4.2	Calculo de los pesos ponderados	54
2.4.3	Calculo de la Relación de Consistencia (RC)	56
2.5	Riesgo	59
2.5.1	Metodología del cálculo del riesgo	60
2.5.2	Control de riesgos	61
2.5.3	Medidas de prevención y reducción de desastres	63
CAPÍTULO III : MARCO METODOLOGICO		66
3.1	Tipo de investigación	66
3.2	Diseño de investigación	66

3.3	Población y muestra de investigación	67
3.4	Materiales y métodos	67
3.4.1	Materiales y/o instrumentos	67
3.4.2	Procedimiento y análisis de datos	68
CAPÍTULO IV : ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADO		70
4.1	Características generales de la zona de estudio	70
4.1.1	Ubicación geográfica	70
4.1.2	Accesibilidad	75
4.1.3	Clima.....	76
4.1.4	Características sociales y económicas	77
4.2	Determinación del peligro.....	93
4.2.1	Identificación del peligro	93
4.2.2	Susceptibilidad del territorio.....	93
4.2.3	Parámetros de evaluación.....	102
4.2.4	Definición de escenario.....	104
4.2.5	Niveles de peligro	104
4.2.6	Estratificación del nivel de peligro.....	105
4.2.7	Análisis de elementos expuestos	107
4.3	Análisis de la vulnerabilidad	109
4.3.1	Análisis de la dimensión social	109
4.3.2	Análisis de la dimensión económica	117
4.3.3	Niveles de vulnerabilidad.....	125
4.3.4	Estratificación de la vulnerabilidad.....	126
4.4	Calculo de riesgo	128
4.4.1	Niveles de riesgo.....	128
4.4.2	Estratificación de nivel del riesgo.....	129
4.4.3	Matriz de riesgos.....	133

4.4.4	Calculo de efectos probables.....	133
4.5	Control del riesgo.....	135
4.5.1	Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.....	135
4.5.2	Medidas de control del riesgo	138
CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		141
5.1	Conclusiones.....	141
5.2	Recomendaciones.....	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		145
ANEXOS	150	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de Saaty.....	53
Tabla 2 Coordenadas geodésicas UTM de la Asociación de vivienda 6 de Julio	73
Tabla 3 Características de la población.....	77
Tabla 4 Material de estructura predominante a nivel de lote	78
Tabla 5 Estado de conservación de la edificación.....	78
Tabla 6 Clasificación de estado de conservación.....	79
Tabla 7 Servicios básicos	80
Tabla 8 Periodo de retorno en años	90
Tabla 9 Niveles de precipitación de la Cuenca del rio Caplina	91
Tabla 10 Precipitación mensual de la Cuenca del rio Caplina.....	91
Tabla 11 Periodo de retorno adoptado	92
Tabla 12 Factores de la susceptibilidad.....	93
Tabla 13 Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación	94
Tabla 14 Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación	94
Tabla 15 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	95
Tabla 16 Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.....	96
Tabla 17 Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente.....	96
Tabla 18 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	96
Tabla 19 Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica	97
Tabla 20 Matriz de normalización de pares del parámetro unidad geomorfológica	97
Tabla 21 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	98
Tabla 22 Matriz de comparación de pares del parámetro geología.....	99
Tabla 23 Matriz de normalización de pares del parámetro geología	100

Tabla 24 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	100
Tabla 25 Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes	101
Tabla 26 Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes	101
Tabla 27 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	101
Tabla 28 Matriz de comparación de pares del parámetro periodo de retorno....	102
Tabla 29 Matriz de normalización de pares del parámetro periodo de retorno..	103
Tabla 30 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	104
Tabla 31 Niveles de peligro	105
Tabla 32 Matriz de peligro de la Asociación de Vivienda 6 de Julio	105
Tabla 33 Centros poblados expuestos	108
Tabla 34 Acceso a servicios: Instituciones educativas y salud.....	108
Tabla 35 Infraestructura eléctrica.....	108
Tabla 36 Viviendas	108
Tabla 37 Vías de comunicación – asfaltado de vías.....	109
Tabla 38 Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión social..	110
Tabla 39 Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.....	110
Tabla 40 Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario.....	111
Tabla 41 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	111
Tabla 42 Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad.....	111
Tabla 43 Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad	112
Tabla 44 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	112
Tabla 45 Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la dimensión social .	112
Tabla 46 Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro.....	113
Tabla 47 Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de seguro	113
Tabla 48 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	113
Tabla 49 Matriz de comparación de pares del parámetro campaña en materia de gestión de riesgo.....	114

Tabla 50 Matroz de normalización de pares del parámetro campaña en materia de gestión del riesgo.....	115
Tabla 51 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	115
Tabla 52 Matriz de comparación del parámetro actitud frente al riesgo.....	116
Tabla 53 Matriz de normalización de pares del parámetro actitud frente al riesgo	116
Tabla 54 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	117
Tabla 55 Parámetros utilizados en la fragilidad de la dimensión económica	118
Tabla 56 Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de la construcción	119
Tabla 57 Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de la construcción.....	119
Tabla 58 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	120
Tabla 59 Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación de la construcción	120
Tabla 60 Matriz de normalización de pares del parámetro estado de conservación de la construcción.....	120
Tabla 61 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	121
Tabla 62 Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral en el último mes.....	121
Tabla 63 Matriz de normalización de pares del parámetro actividad laboral en el último mes.....	122
Tabla 64 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	123
Tabla 65 Matriz de comparación de pares del parámetro a régimen de tenencia del predio.....	123
Tabla 66 Matriz de normalización de pares del parámetro régimen de tenencia del predio.....	124
Tabla 67 Índice de consistencia y Relación de consistencia.....	125

Tabla 68 Niveles de vulnerabilidad.....	125
Tabla 69 Matriz de estratificación de vulnerabilidad.....	126
Tabla 70 Niveles de riesgo	128
Tabla 71 Estratificación de la matriz de riesgo	129
Tabla 72 Matriz de riesgo.....	133
Tabla 73 Afectación en viviendas	134
Tabla 74 Afectación de agua potable	134
Tabla 75 Afectación de alcantarillado sanitario.....	134
Tabla 76 Afectación de alumbrado eléctrico.....	135
Tabla 77 Afectación de red vial existente	135
Tabla 78 Niveles de consecuencias o daños.....	135
Tabla 79 Niveles de frecuencia de ocurrencia	136
Tabla 80 Matriz de niveles de consecuencias y daños	136
Tabla 81 Medidas cualitativas de consecuencias y daño	136
Tabla 82 Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.....	137
Tabla 83 Nivel de priorización, según descriptor de riesgo.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Huaico en quebrada del Diablo año 2020.....	24
Figura 2. Escenarios de riesgo ante la temporada de lluvias por movimiento de masa.....	25
Figura 3. Aviso de corto plazo ante posible activación de quebradas	25
Figura 4. Cuencas y sub cuencas con referencia a la Asociación de Vivienda 6 de Julio.....	26
Figura 5. Hotel y piscina en aguas termales del distrito de Pachía afectado por huaico.	27
Figura 6. Presencia de huaico en el sector Barranquilla entre el distrito de Calana y Ciudad Nueva.....	27
Figura 7. Vista de la operatividad en puente Santa Rita al 31 diciembre del 2020	28
Figura 8. Predominancia de peligros en la región Tacna.....	28
Figura 9. Vista de puente carrozable ubicada a 64.50m aproximadamente desde el eje del puente al límite del terreno en evaluación	29
Figura 10. Vista de trabajos de descolmatación aguas arriba del puente.....	29
Figura 11. Vista de amplio cauce de río seco, aguas abajo del puente.	30
Figura 12. Vista del canal Uchusuma en conducción de agua de riego, además de aguas arriba y aguas abajo debajo del puente	30
Figura 13. Ámbito en estudio con amplificación sísmica baja.	32
Figura 14. Emplazamiento geográfico del ámbito en estudio.....	33
Figura 15. Flujograma de la secuencia general del proceso de análisis de información.	43
Figura 16. Clasificación de los peligros generados por fenómenos de origen natural.....	44

Figura 17. Zona de inundación	45
Figura 18. Representación de corte del desarrollo de flujo de detritos.....	47
Figura 19. Flujograma de la metodología para la determinación de los niveles de peligrosidad.....	49
Figura 20. Flujograma de la metodología del análisis de la vulnerabilidad.	51
Figura 21. Metodología de cálculo de riesgo.....	60
Figura 22. Ubicación del área de influencia y el área de intervención.	71
Figura 23. Delimitación del área del escenario en riesgo.	72
Figura 24. Imagen satelital de la ubicación de la Asociación de Vivienda 6 de Julio con radio de 1km.....	72
Figura 25. Perimétrico y localización del sector crítico.....	73
Figura 26. Codificación de manzanas y lotización de la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	74
Figura 27. Registro fotográfico de construcciones resilientes de la Manzana “A” típica.....	75
Figura 28. Acceso principal al escenario en estudio desde la parte baja – Avenida Collpa.....	76
Figura 29. Acceso principal al escenario en estudio desde la parte superior – Avenida Collpa.....	76
Figura 30. Estado de conservación de la construcción.	79
Figura 31. Conexiones de agua potable a nivel de cajas de registro e interiores en lote de la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	80
Figura 32. Conexiones de alcantarillado sanitario a nivel de cajas de registro e interiores en lote de la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	81
Figura 33. Red general de alumbrado en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	81
Figura 34. Infraestructura vial en frente del acceso principal - Asfaltado de vías en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.....	82

Figura 35. Vista de terraza aluvial predominante en la zona de estudio en Mapa geomorfológico.	83
Figura 36. Vista de unidad litoestratigráfica de depósitos fluviales de llanura de inundación en la zona de estudio en Mapa geológico.	85
Figura 37. Suelo típico en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	85
Figura 38. Pendientes – topografía a curvas de nivel.	86
Figura 39. Mapa de ubicación de Cuenca del río Caplina.	88
Figura 40. Mapa de peligro por flujo de detritos extraordinario en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	107
Figura 41. Mapa de elementos expuestos vulnerables en zona susceptible.	109
Figura 42. Flujograma de parámetro de dimensión social.	110
Figura 43. Flujograma de parámetros de dimensión económica.	118
Figura 44. Mapa de vulnerabilidad.	128
Figura 45. Mapa de riesgo.	132
Figura 46. Cuadro de valores unitarios de edificación.	133
Figura 47. Plano de evacuación por flujo de detritos en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	140

RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende establecer un plan de gestión correctiva del riesgo en el cual se instituyan medidas de carácter permanente en el contexto del desarrollo de la inversión pública y privada, para ello se ha implementado una evaluación semi cuantitativa utilizando el método multicriterio, identificando el nivel de riesgo existente en el área en estudio y su entorno geográfico, de tal forma brindar información que permita enriquecer las estrategias y planes de acción.

En la actualidad, la región de Tacna es susceptible a peligros originados por fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones, lluvias intensas y movimientos en masa. En el distrito de Calana, la zona donde hoy se emplaza la Asociación de Vivienda 6 de Julio fueron afectados por flujo de detritos de altas magnitudes y adicionalmente por sismo, actualmente ocupadas por áreas urbanas de viviendas y terrenos agrícolas, además de estar emplazada a un costado del principal cauce del río Caplina. Esta situación provoca la necesidad imperiosa de conocer los niveles de riesgo en dicha zona susceptible

La investigación realizada es de tipo aplicada. Así como su diseño de investigación es no experimental basándose en observación de situaciones ya existentes para zonificar los niveles de riesgos y formular recomendaciones vinculadas a la

prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación. Se empleó la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión emitida por el CENEPRED.

Por consiguiente, se realizó reconocimiento de campo, así como levantamiento de la información, así como la información técnica del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Municipalidad distrital de Calana y del Instituto de Estadística e Informática (INEI), entre otras entidades técnicas el cual permite analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad de los fenómenos o peligros, analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a la fragilidad y resiliencia; determinar y zonificar los niveles de riesgo, obteniéndose como resultado nivel riesgo bajo en zona alejada de cause de rio seco, que comprende al 56% de predios de la manzana C y 79% de las manzanas A y B; y riesgo medio en zona de faja marginal. En ese sentido se sugiere la toma de medidas estructurales y no estructurales, para así tratar de la mejor manera posible este tipo de problema.

Palabras claves: Peligro, vulnerabilidad, riesgo, detritos y parámetros.

ABSTRACT

The present research work aims to establish a corrective risk management plan in which permanent measures are instituted in the context of the development of public and private investment, for this purpose a semi-quantitative evaluation has been implemented using the multi-criteria method, identifying the level of risk existing in the area under study and its geographical environment, in such a way as to provide information that allows enriching strategies and action plans.

Currently, the Tacna region is susceptible to dangers caused by hydrometeor phenomena such as floods, intense rains and mass movements. In the district of Calana, the area where the 6 de Julio Housing Association is located today was affected by a flow of debris of high magnitude and additionally by an earthquake, currently occupied by urban areas of housing and agricultural land, in addition to being located at a side of the main cause of the Caplina River. This situation causes the urgent need to know the risk levels in said susceptible area.

The research carried out is of applied type. Just as its research design is non-experimental, based on observation of already existing situations to zone risk levels and formulate recommendations linked to the prevention and/or reduction of risks in the geographical areas under evaluation. The methodology of the “Manual for

the evaluation of risks caused by Natural Phenomena”, 2nd Version issued by CENEPRED, was used.

Consequently, field reconnaissance was carried out, as well as information gathering, as well as technical information from the Geological, Mining and Metallurgical Institute (INGEMMET), District Municipality of Calana and the Institute of Statistics and Informatics (INEI), among other entities. techniques which allow analyzing evaluation parameters and susceptibility of phenomena or dangers, analyzing the vulnerability of elements exposed to the phenomenon based on fragility and resilience; determine and zone the risk levels, resulting in a low risk level in an area far from the dry river cause, which includes 56% of the properties in block C and 79% of blocks A and B; and medium risk in the marginal belt area. In this sense, the taking of structural and non-structural measures is suggested, in order to deal with this type of problem in the best possible way.

Keywords: Danger, vulnerability, risk, debris and parameters.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la ocurrencia de los desastres naturales es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en su hábitat. Particularmente uno de los más significativos para nuestra región han sido las lluvias fuertes, donde se han registrado precipitaciones pluviales de moderadas a fuerte intensidad ocasionando la activación de quebradas secas, de ese modo incrementando el caudal de los ríos originando desbordes, inundaciones, huacos, deslizamientos, sequías y descargas eléctricas,

El tema de evaluación de riesgo según los artículos 14° y 16° de la Ley N° 29664 del SINAGERD, establecen que los gobiernos regionales y gobiernos locales, al igual que las entidades públicas, ejecutan e implementan todos los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) dentro de sus respectivos ámbitos de competencia. Del mismo modo, el numeral 11.1 del artículo 11° del Reglamento de la Ley N° 29664, establece que los gobiernos regionales y gobiernos locales incorporan en sus procesos de planificación del desarrollo, de ordenamiento territorial, de gestión ambiental y de inversión pública, la gestión del riesgo de desastres.

En la región Tacna, todavía ocurren fenómenos naturales y antrópicos, que afectan al territorio, la población, las viviendas, la infraestructura de desarrollo, etc, cuyas evidencias existen en las cuencas y la ocurrencia contemporánea, como el huaico ocurrido en febrero del 2001, por el río Caplina, por esta razón se realizó esta investigación cuyos aportes permiten implementar y promover una cultura de prevención de desastres en los diferentes niveles de la población de la Asociación de Vivienda 6 de Julio en el distrito de Calana y otros centros poblados emplazados cercana al cauce del río seco.

El objetivo general de esta investigación es identificar y determinar los niveles de riesgos originados por flujo de detritos usando una evaluación semi cuantitativa y aplicando método multicriterio, mediante la aplicación de proceso de análisis jerárquico en la Asociación de Vivienda 6 de Julio y entorno geográfico próximo en el distrito de Calana de la provincia y departamento Tacna. Consecuentemente se ha planteado como objetivos específicos la determinación, identificación y caracterización del peligro o peligros, análisis de la vulnerabilidad en sus dos dimensiones principales, el social y el económico, identificar el nivel del riesgo por flujo de detritos debido a inundaciones pluviales y evaluar el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones en la implementación de medidas estructurales y no estructurales.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Antecedentes del problema

La región Tacna es susceptible a peligros originados por fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones, lluvias intensas y movimientos en masa (huaicos, deslizamientos, etc.) (Neyra, 2016). La presente evaluación de riesgos, está referida al sector conocido como Santa Rita, específicamente en la Asociación de Vivienda 6 de Julio del distrito de Calana, emplazada a un costado del principal cause del río Caplina que forma parte de la Cuenca Hidrográfica del Caplina que está constituida por el territorio que delimita el curso de un río. Es decir, es el espacio donde se colecta el agua que converge hacia un colector común y que por tanto la Cuenca Hidrica esta dentro de la Cuenca Hidrografica del Caplina (Peña et al., 2009).

Según (INDECI, 2004), el último huaico ocurrido fue el 9 de febrero del 2001, por el río Caplina, con un caudal estimado entre 20 y 30 m³/s; se formó después de lluvias intensas de varios días que precipitaron en la parte alta de la cuenca, causando los siguientes daños:

- Destrucción de campos agrícolas entre Challata y Calientes (15 a 20 Ha).

- Soterramiento de los Baños Calientes (destrucción).
- Colmatación de las obras de encauzamiento del río Caplina, desde Calana hasta Piedras Blancas.
- Zozobra en la población ante posible desborde del huayco.
- Destrucción de la tubería matriz de agua potable en algunas zonas de la Ciudad de Tacna.
- Erosión del lecho fluvial desde Chuschuco.
- Debilitamiento de las bases del puente en la Panamericana Sur.

Otros huaicos de reciente data es la ocurrida en la Micro cuenca de la Quebrada del Diablo y otro en la otra Micro cuenca del Caramolle, ocurridos el año 2019 y el 2020 (INGEMMET, 2020).



Figura 1. *Huayco en quebrada del Diablo año 2020*
Fuente. INGEMMET, 2020.

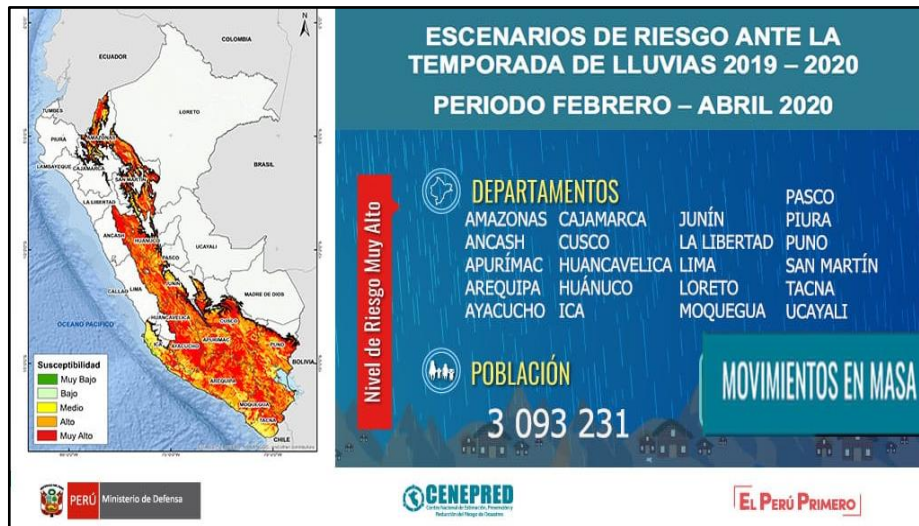


Figura 2. Escenarios de riesgo ante la temporada de lluvias por movimiento de masa. Fuente. CENEPRED, 2020.



Figura 3. Aviso de corto plazo ante posible activación de quebradas Fuente. Senamhi, 2020.

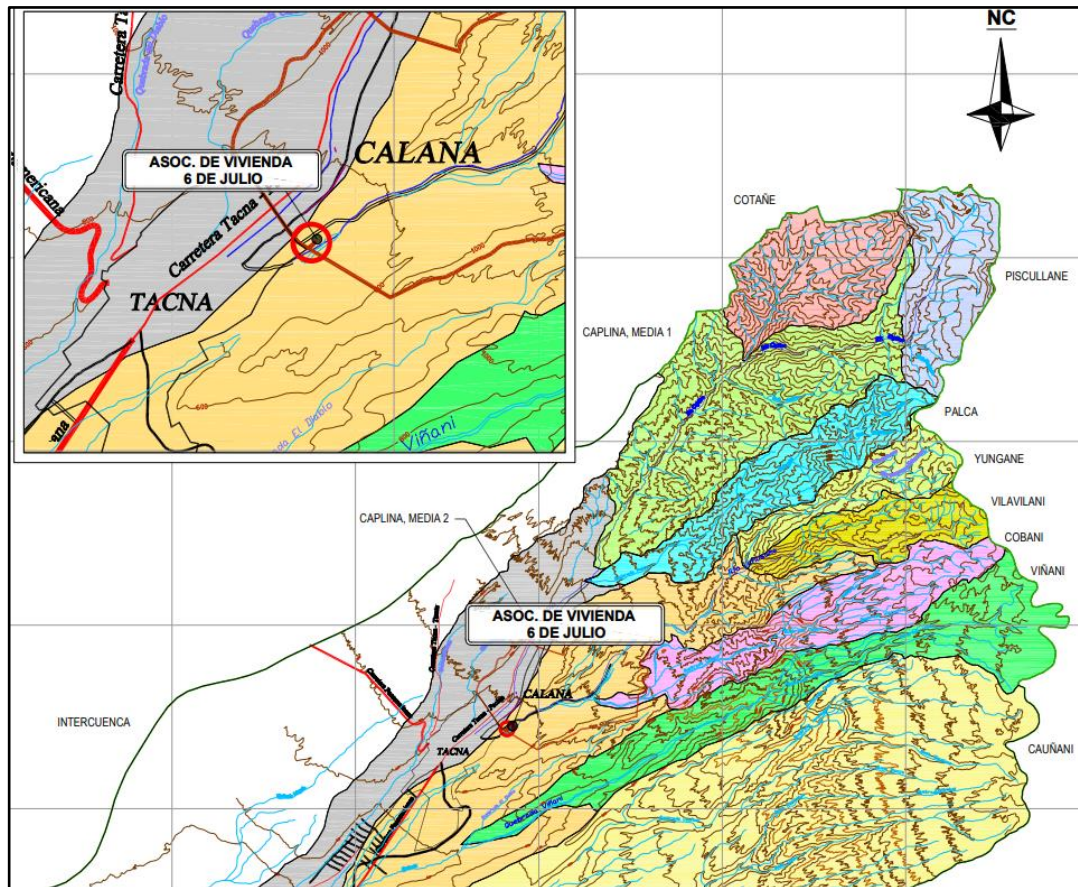


Figura 4. Cuencas y sub cuencas con referencia a la Asociación de Vivienda 6 de Julio
Fuente. INDECI, 2004.

Otro antecedente reciente es lo sucedido en los baños termales de Calientes afectado por huaico, se describe la caída de piedras, lodo y agua generado por el ingreso del río Caplina y un alud tras un deslizamiento del cerro ubicado frente a los baños termales de Calientes que afectaron el recinto turístico que fue cerrado al público para su rehabilitación (CORREO, 2019).



Figura 5. Hotel y piscina en aguas termales del distrito de Pachía afectado por huaico.
Fuente. CORREO, 2019.



Figura 6. Presencia de huaico en el sector Barranquilla entre el distrito de Calana y Ciudad Nueva
Fuente. RADIO UNO, 2019.



Figura 7. Vista de la operatividad en puente Santa Rita al 31 diciembre del 2020
Fuente. INGEMMET, 2020.



Figura 8. Predominancia de peligros en la región Tacna
Fuente. INGEMMET, 2016.



Figura 9. *Vista de puente carrozable ubicada a 64.50m aproximadamente desde el eje del puente al límite del terreno en evaluación*



Figura 10. *Vista de trabajos de descolmatacion aguas arriba del puente*



Figura 11. Vista de amplio cauce de río seco, aguas abajo del puente.

En la figura 11 se observa trabajos de descolmatación ya realizados que reducen el riesgo de colmatación del puente.



Figura 12. Vista del canal Uchusuma en conducción de agua de riego, además de aguas arriba y aguas abajo debajo del puente

Respecto al tipo de suelo, este se encuentra en la ZONA IV, conformada por suelos de clasificación GP compuestos por gravas pobremente graduadas que presenta valores de micro tremores de 0.10 Hz, presiones admisibles del suelo de 3.41 Kg/cm² a 4.50 Kg/cm², potenciales de colapso que varían del 0.24% al 1.51%, en esta zona se esperan asentamientos que varían de 1.47 cm a 1.62 cm. Esta zona abarca la Urb. Francisco Bolognesi Urb. Villa Caplina en el distrito de Tacna, todo el resto del distrito de Pocollay, y toda la zona norte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa como ser los terrenos del cuartel Tarapacá, AA. HH. El Morro, Asociación de Vivienda 3 de Diciembre, Asociación de Vivienda Alfonso Ugarte I, II y III, Asociación de Vivienda Las Begonias, Asociación de Vivienda San Francisco, Asociación de Vivienda Las Américas, AA.HH. Villa Héroes del Cenepa (INDECI, 2004).

Respecto al peligro sismo, se tiene información relevante a cerca de la poca afectación, en el sentido de que su impacto en zonas con terrenos con alta resistencia o alta capacidad portante como los suelos donde se encuentra asentada la Asociación de Vivienda 6 de Julio. Por ello, no se considera relevante analizar esta variable, incidiendo más bien el peligro “flujo de detritos (Huaico)” el que se desarrollara en el presente estudio.



Figura 13. *Ámbito en estudio con amplificación sísmica baja.*
 Fuente. INDECI, 2004.

A continuación, obsérvese en la figura 14 que el emplazamiento geográfico de la Asociación de Vivienda 6 de Julio es periférica a la zona de peligro medio de la faja marginal.

En la ciudad de Tacna se registran lluvias excepcionales que llegan a originar en casos más extremos desastres naturales como sucedió en el año 2019. Por ejemplo, el 30 de enero del 2019 los distritos de Calana, Pocollay y Ciudad Nueva fueron afectados por la activación de quebradas y el antiguo cauce del río Caramolle. El flujo de lodo comenzó inundando la Asociación Nueva Barranquilla del distrito Ciudad Nueva, para luego arrasar con la mitad de animales menores criados en granjas ubicadas en el límite de los distritos de Calana y Ciudad Nueva. Luego continuó por calles y viviendas construidas sobre el cauce, hasta pasar por los asentamientos Santa Cruz de Belén y Alto Berlín (Castro et al., 2021)

Según (SENAMHI, 2020) en los meses de verano, entre enero y marzo de 2020, la costa norte presentó lluvias frecuentes y acumulados diarios dentro de lo esperado. Sin embargo, para la costa sur (Tacna) se reportó para los días del 22 al 24 de enero acumulados diarios calificados como “extremadamente lluvioso”. Estos días extremadamente lluviosos se volvieron a registrar el 12, 21 y 22 de febrero y el 13, 15 y 20 de marzo, en algunas estaciones meteorológicas ubicadas en Camaná, La Yarada, Ite, Sama Grande, Jorge Basadre y Calana.

Nuevamente, Asentamientos humanos de la ciudad de Tacna fueron muy afectados por la activación de la quebrada Del Diablo, cuya desembocadura natural era en el extinto río Caramolle en el distrito Alto de la Alianza. Las Asociaciones de La Florida, San Pedro y el Mirador de Intiorko, fueron las más afectadas por ocupar todo el cono aluvial de la quebrada Del Diablo. La inundación ingresó

principalmente por la calle San Antonio, arrastrando vehículos y todo lo que las fuerzas de las aguas podían mover. El agua y lodo se esparció por el terminal terrestre, el Mercado La Rotonda, la Av. Jorge Basadre entre otras calles en las partes bajas.(Castro et al., 2021)

En el distrito de Calana, a pesar de ser un distrito que representa muchos peligros de origen natural, no se cuenta con evaluaciones de riesgos en ciertos sectores de exposición múltiple (Neyra , 2016), lo que conllevaría a la urgencia de propuestas de medidas de control de estos riesgos, lo que evitaría daños y pérdidas a futuro.

Especialmente, el presente estudio permite profundizar el conocimiento de los riesgos asociados a la Asociación de Vivienda 6 de Julio (flujo de detritos), por lo que se permitirá generar data semi cuantitativa y sustentar las acciones de los tomadores de decisiones a nivel del gobierno local o regional (Pagaza, 2021).

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Interrogante general

¿Cómo identificar y determinar los niveles de riesgos originados por flujo de detritos en la Asociación de Vivienda 6 de Julio y entorno geográfico próximo en el distrito de Calana, provincia y departamento Tacna? Caso Asociación de Vivienda 6 de Julio, Tacna.

1.3.2 Interrogantes específicas

- ¿Cuál será la peligrosidad y elementos expuestos en área susceptible?
- ¿Cuál será la vulnerabilidad de los elementos expuestos en lo social y económico?
- ¿Cuál será en nivel de riesgo de los elementos expuestos por flujo de detritos?
- ¿Cuál será la implementación de medidas estructurales y no estructurales?

1.4 Formulación de la hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

El nivel de riesgo originado por flujo de detritos es alto en la Asociación de Vivienda 6 de Julio, distrito de Calana, provincia y departamento Tacna.

1.4.2 Hipótesis específicas

- El nivel alto de peligro por flujo de detritos ocasiona pérdidas en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.
- El nivel alto de vulnerabilidad por flujo de detritos ocasiona pérdidas en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.
- El nivel alto de riesgo por flujo de detritos ocasiona pérdidas en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

- La implementación de medidas estructurales y no estructurales garantizan un mejor plan de gestión correctivo vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

1.5 Justificación

Fuentes históricas y estudios realizados por (INDECI, 2004; INGEMMET,2020) demuestran que en el distrito de Calana, la zona donde hoy se emplaza la Asociación de Vivienda 6 de Julio fueron afectados por flujo de detritos de altas magnitudes y adicionalmente por sismo, actualmente ocupadas por áreas urbanas de viviendas y terrenos agrícolas. En consecuencia, la importancia de realizar estudios detallados, radica en su necesidad imperiosa de conocer los niveles de riesgo en dicha zona susceptible.

La zonificación de los niveles de riesgos en el ámbito de influencia del fenómeno natural permitirá identificar que sectores o áreas geográficas con niveles de riesgos muy alto, alto, medio y bajo (CENEPRED, 2014). Dicho estudio servirá de sustento técnico a las entidades del estado, para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, regionales y nacionales, ante procesos de reasentamiento poblacional de la zona muy alta no mitigable, si ello fuere el caso (Diario Oficial El Peruano, 2012).

1.6 Definición de los objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Identificar y determinar los niveles de riesgos originados por flujo de detritos (Huaico) en la Asociación de Vivienda 6 de Julio y entorno geográfico próximo en el distrito de Calana de la provincia y departamento Tacna.

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar la peligrosidad e identificar elementos expuestos en área susceptible.
- Analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos en lo social y económico.
- Determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos por flujo de detritos.
- Recomendar la implementación de medidas estructurales y no estructurales.

1.7 Definición de variables

1.7.1 Identificación de variables

- Evaluación de riesgos.
- Evaluación de daños.

1.7.2 Caracterización de las variables

- a) Variables independientes

- Evaluación de riesgos
- b) Variables dependientes
- Plan correctivo del riesgo por flujo de detritos.

1.7.3 Medición operacional de las variables

- Evaluación de riesgos: se determina en función de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.
- Plan correctivo del riesgo por flujo de detritos: se formula utilizando método multicriterio (Escala de Satty) mediante un levantamiento de información y reconocimiento en campo.

1.8 Alcances y limitaciones

1.8.1 Alcances

- Mediante la elaboración del presente trabajo de investigación se obtendrá la evaluación de riesgo por flujo de detritos de la Asociación de Vivienda 6 de Julio en el distrito de Calana de la región de Tacna. Para ello se empleará un método multicriterio (Escala de Satty) identificando los parámetros y descriptores del parámetro, las cuales permitirá incorporar criterios cuantitativos y cualitativos.
- El método multicriterio permite combinar lo objetivo y racional de la ciencia con los subjetivo y emocional del comportamiento humano, en conjunto

permitirá que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

- La presente investigación constituye un aporte valioso para las autoridades de la junta directiva y gestiones, a prevenir y concientizar a la gran cantidad de familias que habitan con recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

1.8.2 Limitaciones

- El presente estudio se ha aplicado únicamente para el caso de la Asociación de Vivienda 6 de Julio del distrito de Calana, provincia y departamento Tacna, debido a que se encuentra en zona aledaña a zona inundable y emplazada cerca al cauce del río seco (la parte más crítica), sin embargo, existen numerosas asociaciones con características particulares y de emplearse a otros casos este estudio constituiría solo una referencia.
- Los datos se han formulado del reconocimiento en campo y levantamiento de información técnica del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGENMMET), Municipalidad distrital de Calana y del Instituto de Estadística e Informática (INEI), entre otras entidades técnicas, además se han considerado con criterio valores referenciales de manuales y sitios web.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Evaluación de riesgo

La evaluación del riesgo permite identificar eventos peligrosos, estimar el riesgo y priorizar medidas de control existentes y la necesidad o no de implementar medidas adicionales, siendo de gran utilidad para este estudio. Los resultados en el estudio, mostraran la utilidad de las matrices semi cuantitativas como herramienta de gestión del riesgo de fácil aplicación; herramienta que para este estudio fue adaptada (Amézquita et al., 2014).

Evaluación semi cuantitativa

Implica el conocimiento de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en estudios técnicos anteriores (estudio de suelos, estudio de los ecosistemas, etc.) que tienen relación directa o indirecta con el fenómeno de origen natural y/o el área geográfica de estudio, así como su escala de trabajo (no detallada) que pueden ser incorporados en la evaluación de riesgos por su utilidad (CENEPRED, 2014).

En el enfoque semi cuantitativo se considera un número de factores que tienen una influencia sobre el riesgo. También, se tiene en cuenta los rangos de puntuación y

configuraciones para cada factor que puede utilizarse para evaluar el grado en que ese factor es favorable o desfavorable a la aparición de riesgo. Finalmente, la matriz de riesgos se utiliza para obtener un riesgo clasificado según valores (Asencios & Ato, 2015).

2.2 Análisis y evaluación de peligrosidad

Los peligros naturales condicionan la capacidad de acogida del territorio, dado que al activarse pueden producir efectos indeseados en las actividades humanas. Razón por la cual y con el fin de contribuir al ordenamiento sustentable del territorio, éstos debieran ser inventariados, valorados y cartografiados para evitar el poblamiento de zonas de riesgo o para utilizar las tecnologías adecuadas para soportarlos (Mardones & Vidal, 2001).

2.2.1 Recopilación de información

Para la recolección de datos básicos, se precisa realizar la toma de información primaria que consiste en la interacción directa con actores locales en trabajos de campo, talleres y entrevistas que se realizaron en el municipio, mismos datos que ameritaron ser verificados mediante el llenado de fichas de campo con información esencial para el análisis respectivo de determinación del riesgo (García et al., 2017).

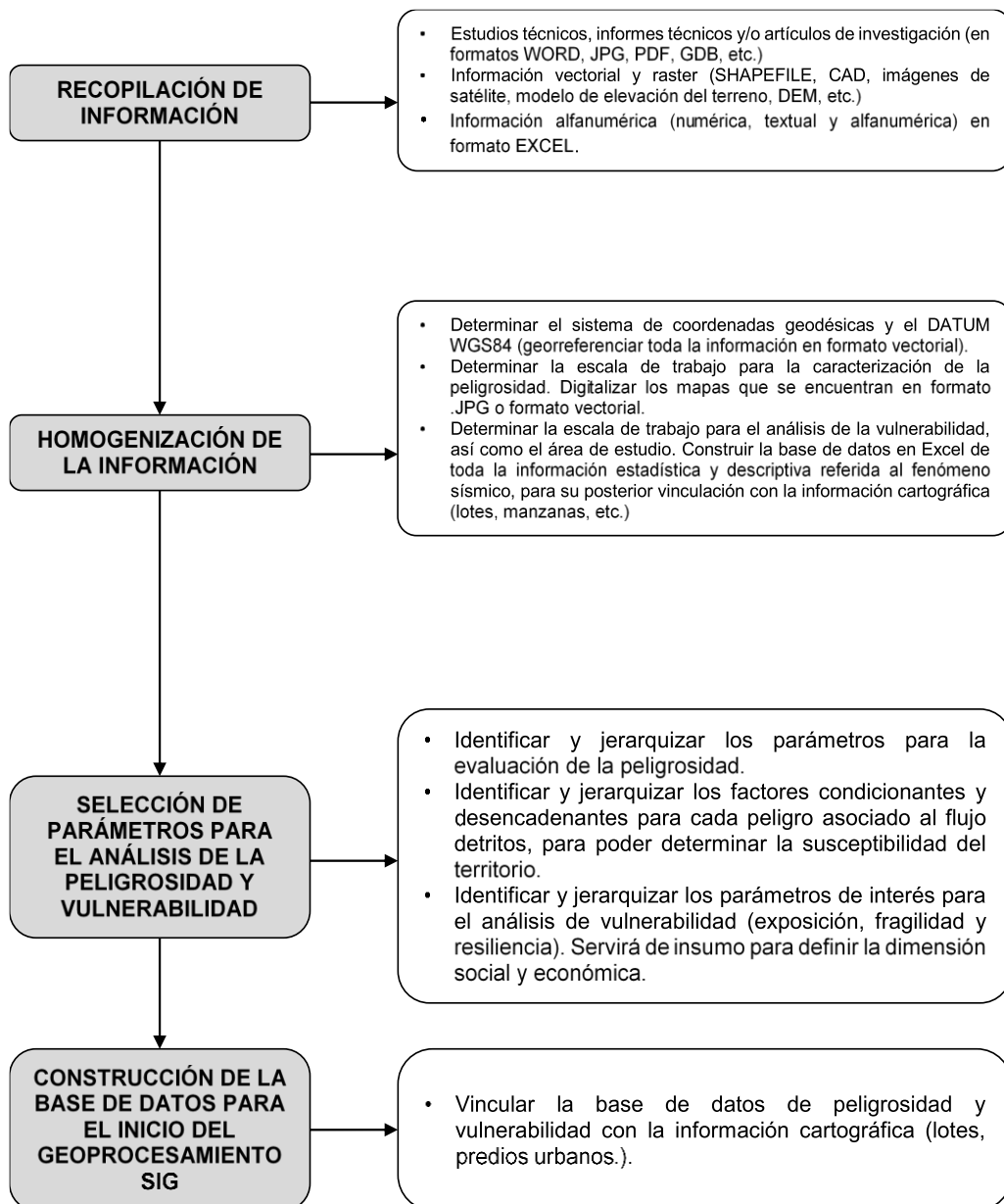


Figura 15. *Flujograma de la secuencia general del proceso de análisis de información.*
 Fuente. CENEPRED, 2014.

2.2.2 Peligros generados por fenómenos de origen natural

Según (CENEPRED, 2014) los peligros ocasionados por acción de origen natural, son fenómenos con gran potencial de ocasionar daños físicos en un periodo, frecuencia e intensidad definida y se clasifica en:

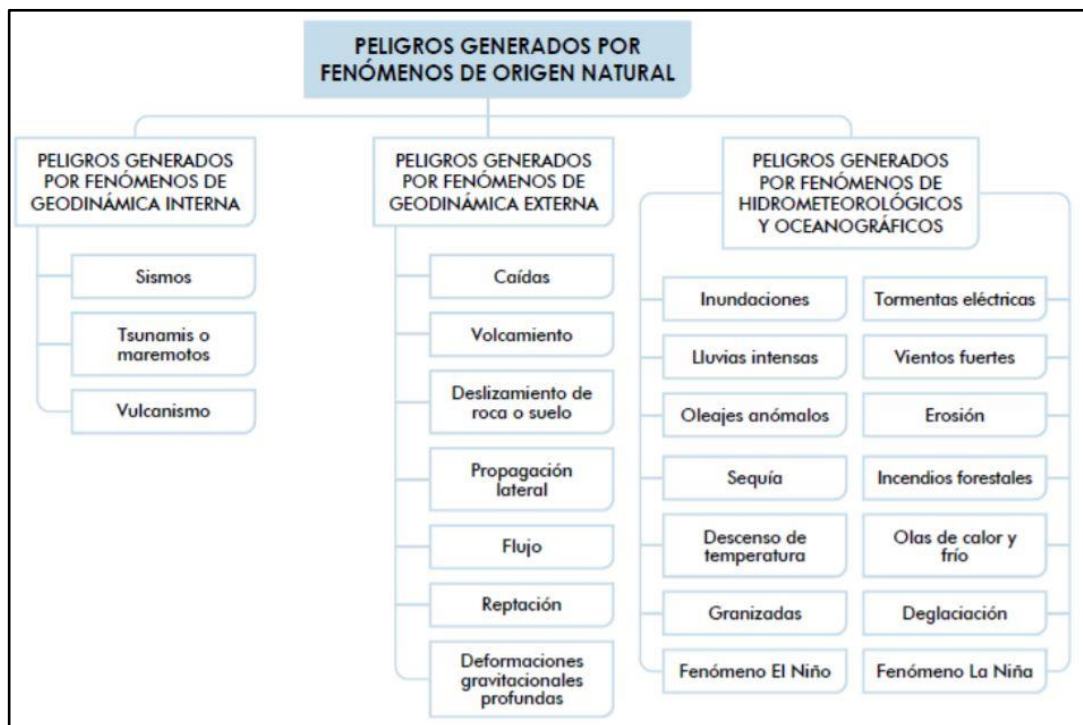


Figura 16. Clasificación de los peligros generados por fenómenos de origen natural.
Fuente. CENEPRED, 2014.

La incidencia de fenómenos hidrometeoros como la lluvia en la provocación de deslizamiento alrededor del mundo cobra tal importancia en algunas regiones, que incluso en zonas con mayor aridez se convierte en el principal detonante de este tipo de procesos (Meza et al., 2014). Se considera relevante las fluctuaciones

temporales que puede presentar la precipitación en la generación de eventos de deslizamiento, indicando que la alternancia entre lluvias violentas y sequedad prolongada puede ser letal, considerando que una lluvia de mediana intensidad podría detonar desastres de grandes proporciones en función de las condiciones físicas de las cuencas receptoras (Llano, 1975).

Inundaciones

Entre los peligros que se generan fenómenos de origen hidrometeorológico y oceanográfico están las inundaciones, fenómeno natural que puede suscitarse cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención del suelo, y la capacidad del cauce del río es insuficiente para almacenar esa cantidad de agua, se desbordan y anegan terrenos cercanos a los propios cursos de agua (Mugerza, 2003).

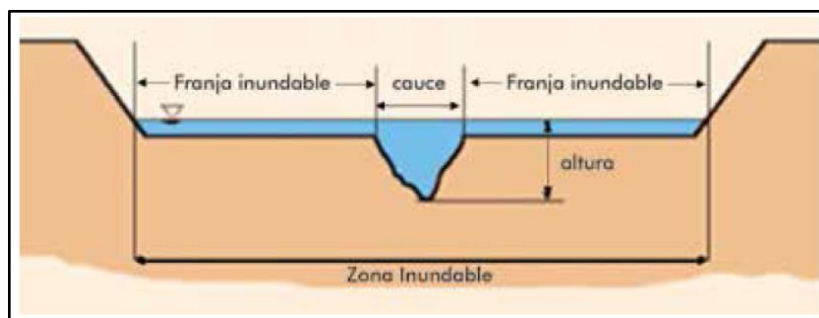


Figura 17. Zona de inundación
Fuente. Mugerza, 2013.

Por ello es tan importante el análisis, en este caso, a la Asociación de Vivienda 6 de Julio, para reducir las afectaciones.

Movimiento en masa

Los deslizamientos de tierra pueden catalogarse entre profundos y superficiales, de acuerdo con el espesor de la capa de meteorización involucrada en el movimiento en masa, que es la directamente afectada por la saturación de agua, la cual, a su vez, provoca disminución en la cohesión y pérdida de la cementación entre las partículas de suelo, así como incremento en las presiones de poros. Todo esto hace que las fuerzas desestabilizadoras desequilibren el sistema y permitan que una porción de tierra se deslice por una pendiente (Moreno et al., 2006).

Efectos generales de los deslizamientos de tierra (Organización Panamericana de la Salud, 1998):

- Destrucción total o parcial de todas las obras, por ejemplo, las de captación ubicadas sobre o en la trayectoria de deslizamientos activos.
- Impactos indirectos debido a la suspensión de caminos, servicios eléctricos y comunicaciones.
- Taponamiento de los sistemas de saneamiento por acumulación de lodo y piedras.

Flujo de detritos

Fenómeno geológico de drenaje natural, de lluvias cortas y torrenciales, que producen una erosión, transporte y depósitos rápidos y violentos de materiales detríticos inconsolidados, en una cuenca pequeña y con pendiente pronunciada. Presenta características físicas de un fluido de agua y lodo que se lanza repentinamente cuesta abajo como una masa acuosa y lodosa, con diferentes grados de densidad, lleva una carga pesada conformada por bloques de rocas que destruye todo lo que esté en su camino. El huaico típico en el que ocurre en zonas desérticas y semidesérticas (Gómez & Hidalgo, 2012).

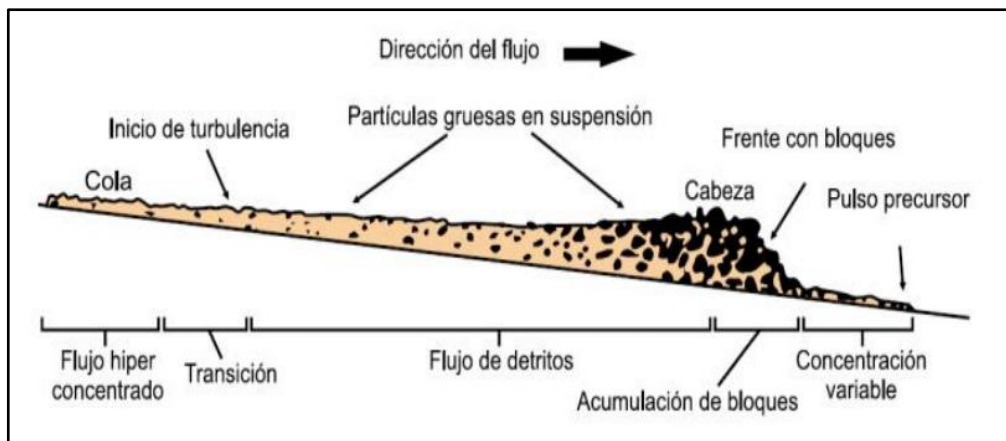


Figura 18. Representación de corte del desarrollo de flujo de detritos

Fuente. (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades

Andinas, 2007)

Efectos generales de los huaicos (INDECI, 2006):

- El huaico viene con lodo y desechos que ocasionan el colapso de la captación.

- Colmatación de componentes por arrastre de sedimentos que se encuentran ubicadas sobre o en el transcurso de los deslizamientos y flujos.
- Las estaciones de bombeo cercanas a cauces se dañan.
- El agua en las cuencas se contamina.
- Las vías de acceso, los servicios de electricidad y de comunicación son interrumpidos.

2.2.3 Susceptibilidad del ámbito geográfico

Grado de propensión de un terreno a desarrollar un fenómeno natural potencialmente dañino, definido a partir de las propiedades intrínsecas caracterizadas bajo unidades de parámetro y unidades de terreno (Vargas, 1999).

2.2.4 Metodología de la determinación de los niveles de peligrosidad

Para determinar los niveles de peligrosidad, se tuvo en cuenta los alcances establecidos en el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión, realizándose los siguientes pasos:

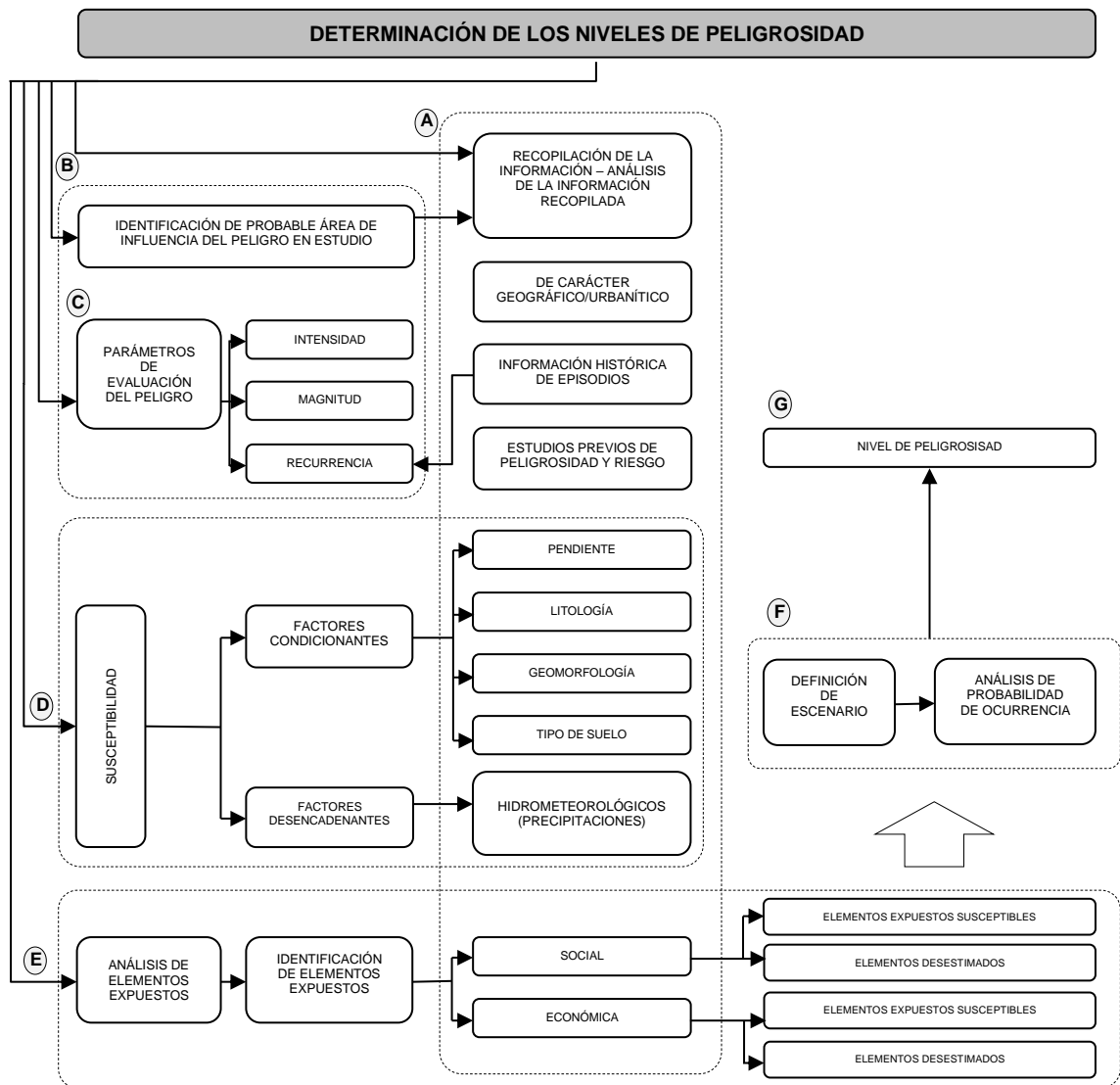


Figura 19. Flujograma de la metodología para la determinación de los niveles de peligrosidad.
Fuente. CENEPRED, 2014.

2.3 Análisis de vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto de amenazas (EIRD,

2005). Es decir, en términos de infraestructura, y economía (viviendas mal construidas, tipo de suelo inestable, etc.) y su interacción compleja con eventos físicos potencialmente dañinos (inundaciones, sequías, incendios, terremotos y tormentas) que amenazan su propia supervivencia y bienestar al situarse en áreas geográficas propensas a desastres, amenazas y riesgos que revelan un alto nivel de fragilidad (Torres et al., 2021).

2.3.1 Análisis de los factores de la vulnerabilidad

Resiliencia

Frente a las incertidumbres y retos de las interacciones entre vulnerabilidad y riesgos de desastres, la resiliencia, como concepto y enfoque metodológico, formula una solución, una meta, permite fortalecer las capacidades locales de afrontamiento. (Lulle & Lampis, 2013) .En este sentido, la resiliencia se considera como una propiedad y atributo emergente referido a los procesos de gestión, adaptación y transformación (Sandoval & Sarmiento, 2020).

Fragilidad

Hace referencia a las condiciones de debilidad relacionada a las personas y sus medios de vida frente a un peligro, se trata de la fragilidad. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por

ejemplos: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros (Lozano, 2011) .

2.3.2 Metodología del análisis de la vulnerabilidad

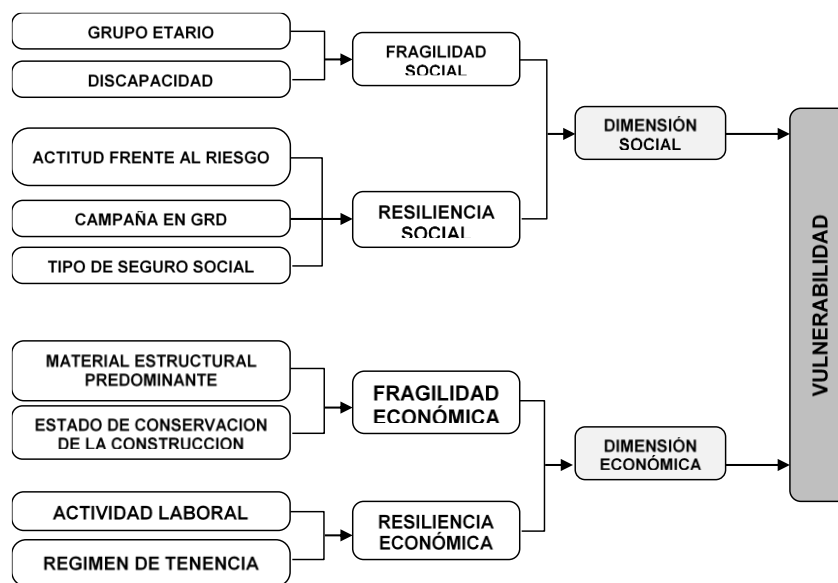


Figura 20. *Flujograma de la metodología del análisis de la vulnerabilidad.*
Fuente. CENEPRED, 2014.

Para el análisis , se utiliza el método multicriterio, denominado proceso jerárquico, que desarrolla el cálculo de los pesos ponderados de los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo de riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgo (Saaty, 1980).

2.4 Proceso de análisis jerárquico

El proceso de análisis jerárquico es un método desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual.

(Toskano, 2005) presenta algunas de las ventajas del PAJ frente a otros métodos de decisión Multicriterio y son:

- Presenta un sustento matemático.
- Permite desglosar y analizar un problema por partes.
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común.
- Incluir la participación de equipos multidisciplinarios y generar un consenso.
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso.
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

Se utiliza la matriz de Saaty para las ponderaciones y descriptores de evaluación, factores condicionantes y factores desencadenantes, así como para las dimensiones de la vulnerabilidad, sus factores, sus parámetros y descriptores en el análisis de vulnerabilidad (CENEPRED, 2018).

2.4.1 Escala de Saaty

Tabla 1

Escala de Saaty

Escala numérica B	Escala verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.

1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente. Saaty, 1980.

Para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas (Saaty, 1980).

La notación matemática sería:

$$A = A_{ij}$$

2.4.2 Cálculo de los pesos ponderados

Primero: Se construye la matriz de comparaciones pareadas, el que mostraría la comparación entre criterios, sub criterios y/o descriptores según el caso de interés. En el caso de ponderación de criterios esta matriz nos permite determinar la

importancia de un criterio respecto a otro, lo que nos servirá posteriormente para la ponderación de criterios.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Sumamos verticalmente los elementos de cada columna. Así se obtienen los valores:

$$v_1, v_2, \dots, v_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

Segundo: Construimos la matriz de comparaciones normalizada. El cual se obtiene de dividir cada elemento de matriz entre la suma obtenida, para conseguir:

$$A_{NORMALIZADA} = \begin{pmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ a_{21}/v_1 & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}/v_1 & a_{n2}/v_2 & \dots & 1/v_n \end{pmatrix}$$

Tercero: El siguiente paso consiste en obtener el vector prioridad el cual nos mostrará los pesos ponderados de cada criterio a partir de la matriz normalizada:

Para ello se calcula el vector columna:

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{pmatrix}$$

Y se obtiene el vector de prioridades de los criterios:

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix}$$

Se debe indicar que la suma de los elementos del vector prioridad debe ser igual a

1.

$$\sum_{i=1}^n p_{ci} = p_{c11} + p_{c12} + \dots + p_{c1n} = 1$$

2.4.3 Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Se pasa a la verificación de la posible existencia de consistencia entre los juicios expresados.

Primero: Multiplicar cada valor de la primera columna de la matriz de comparación pareada por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada (VSP).

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} p_{c11} \\ p_{c12} \\ \dots \\ \dots \\ p_{c1n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VSP_{11} \\ VSP_{12} \\ \dots \\ \dots \\ VSP_{1n} \end{pmatrix}$$

Segundo: Dividir los elementos del vector de suma ponderada entre el correspondiente valor de prioridad para cada uno de los criterios:

$$\begin{aligned} VSP_{11} / p_{c11} &= \lambda_1 \\ VSP_{12} / p_{c12} &= \lambda_2 \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ VSP_{1n} / p_{c1n} &= \lambda_n \end{aligned}$$

Tercero: Posteriormente se determina la lambda máxima λ_{max}

$$\lambda_{max} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) / n$$

Esto nos permite hallar el índice de consistencia

Cuarto: Calcular el Índice de Consistencia (IC):

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Esto nos permite hallar la relación de consistencia de la matriz para verificar si las decisiones fueron adecuadas.

Quinto: Determinar la Relación de Consistencia (RC);

$$RC=IC/IA$$

Donde IA es el Índice Aleatorio de una Matriz de Comparaciones Pareadas, generada, como su nombre sugiere, de forma aleatoria.

Los valores del Índice Aleatorio para los diferentes “n”, obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Aguaron & Moreno-Jimenez, 2003), son:

Tabla 2

Valores de índice aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.5 25	0.8 82	1.1 15	1.2 52	1.3 41	1.4 04	1.4 52	1.4 84	1.5 13	1.5 35	1.5 55	1.5 7	1.5 83	1.5 95

Para matrices de 3 parámetros la RC debe ser menor a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro deben ser menores a 0.10.

2.5 Riesgo

El riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un suceso, con la vulnerabilidad o susceptibilidad de los elementos expuestos. Medidas de protección, como la utilización de tecnologías adecuadas, no vulnerables, son la base para reducir las consecuencias de las amenazas o peligros naturales y tecnológicos (Tibaduiza et al., 2004).

Al expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función $f()$ del peligro y vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

$$R = \text{RIESGO}, P = \text{PELIGRO}, V = \text{VULNERABILIDAD}$$

$$R = f[P * V]$$

$$R = f \left[\begin{array}{c} \text{SUCEPTIBILIDAD} \\ \text{DEL TERRITORIO} \\ \text{(FF. CC, FF. DD)} \end{array} + \text{P. GG}_{\text{PELIGRO}} \right] * f [\text{PP. GG}_{\text{EXPOSICION}} + \text{VE}]$$

Donde:

PP. GG_{PELIGRO} = Parametros generales del peligro identificado

Susceptibilidad del territorio(FF. CC, FF. DD) $\left\{ \begin{array}{l} \text{FF. CC} = \text{Factores condicionante} \\ \text{FF. DD} = \text{Factores desencadenantes} \end{array} \right.$

PP. GG_{EXPOSICION} = Parametros generales de la exposicion

V. E = Valor vulnerabilidad(Fragilidad economica + Resiliencia economica)

2.5.1 Metodología del cálculo del riesgo

Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se determina los niveles de riesgos, se estima (cualitativa y cuantitativa) los daños o afectaciones, se elabora el mapa de zonificación del nivel de riesgos y se recomiendan medidas de control preventivo y de reducción de orden estructural y no estructural(CENEPRED, 2014):

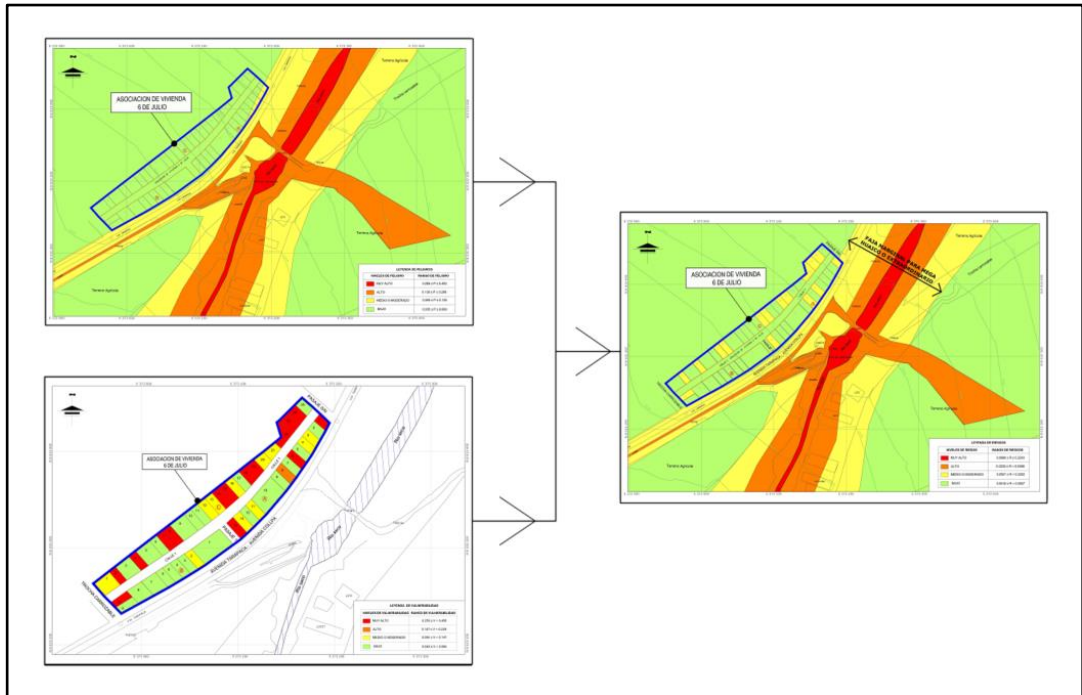


Figura 21. Metodología de cálculo de riesgo.
Fuente. CENEPRED, 2014.

2.5.2 Control de riesgos

2.5.2.1 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas (Mendoza, 2011).

A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable. Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de los casos, es decir para los eventos más frecuentes (Mendoza, 2011).

Se describen las consecuencias del impacto, la frecuencia de ocurrencia de un fenómeno natural, las medidas cualitativas de consecuencia y daño, la aceptabilidad y tolerancia del riesgo y las correspondientes matrices, indicando los niveles que ayudaran al control de riesgos (CENEPRED, 2014).

1. Niveles de consecuencias
2. Niveles de frecuencia de ocurrencia

3. Matriz de consecuencias y daños
4. Medidas cualitativas de consecuencias y daño
5. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo
6. Matriz de priorización

Para realizar la evaluación de la consecuencia y daño se debe tener en cuenta la posición del mismo en la matriz de medidas cualitativas de consecuencia y daño, según la celda que ocupa, aplicando los siguientes criterios (CENEPRED, 2014):

- Si las consecuencias se ubican en la zona de daño bajo, significa que su Frecuencia es baja, es decir los posibles daños por el riesgo es **ACEPTABLE**, lo cual permite al Gobierno Regional o Local o Institución, asumirlo, es decir, el riesgo se encuentra en un nivel que puede aceptarlo sin necesidad de tomar otras medidas de control diferentes a las que se poseen.
- Si el daño se ubica en la zona de daño muy alta, su consecuencia es muy alta y su frecuencia muy alta, es decir los posibles daños por el riesgo es **INADMISIBLE**, por tanto, es aconsejable reducir la actividad que genera el riesgo en la medida que sea posible, de lo contrario se deben implementar controles de prevención para evitar la probabilidad del riesgo, de protección para disminuir el impacto o compartir o transferir el riesgo si es posible a través de pólizas de seguros u otras opciones que estén disponibles.
- Si el daño se sitúa en cualquiera de las otras zonas (medio o alto) se deben tomar medidas dependen de la celda en la cual se ubica el daño, así: los daños

de frecuencia baja y consecuencia alta se previenen; los daños con frecuencia media y consecuencia alta, es decir los posibles daños por el riesgo es TOLERABLE, se reduce o se comparte el daño, si es posible; también es viable combinar estas medidas con evitar el daño cuando éste presente una consecuencia alta y media, y la frecuencia sea media o alta, es decir los posibles daños por el riesgo es INACEPTABLE.

- Cuando la probabilidad del daño sea media y su frecuencia baja, se debe realizar un análisis del costo - beneficio o costo - efectividad con el que se pueda decidir entre reducir el riesgo, asumirlo o compartirlo.
- Cuando el daño tenga una consecuencia baja y frecuencia muy alta se debe tratar de compartir el riesgo y evitar la emergencia en caso de que éste se presente. Siempre que el riesgo sea calificado con impacto frecuente el Gobierno Regional o Local o institución debe diseñar planes de operaciones o de contingencia, para protegerse en caso de su ocurrencia.

2.5.3 Medidas de prevención y reducción de desastres

Durante la etapa de respuesta a la emergencia se pueden tomar decisiones que contribuyan a promover una recuperación más rápida. Cada una de estas etapas, incluye la ejecución de diversas medidas estructurales y no estructurales de gestión de riesgos (Carreño, 2006).

2.5.3.1 Medidas estructurales

Estas medidas representan una intervención física mediante el desarrollo o refuerzo de obras de ingeniería para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas para lograr de esa manera la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas, y de esa manera proteger a la población y sus bienes (Carreño, 2006).

2.5.3.2 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales son de especial importancia para que, en combinación con las medidas estructurales, se pueda mitigar el riesgo de una manera efectiva y balanceada. Estas medidas pueden ser activas o pasivas (Carreño, 2006).

Ejemplos de medidas no estructurales activas, es decir, aquellas en las cuales se promueve la interacción directa con las personas, son las siguientes:

- Organización para la atención de emergencias.
- Desarrollo y fortalecimiento institucional.
- Educación formal y capacitación.
- Información pública y campañas de difusión.
- Participación comunitaria y gestión a nivel local.

Medidas no estructurales pasivas son aquellas más directamente relacionadas con la legislación y la planificación, como las siguientes:

- Códigos y normas de construcción.

- Reglamentación de usos del suelo y ordenamiento territorial.
- Estímulos fiscales y financieros.
- Promoción de seguros.

Estas medidas no estructurales no requieren recursos económicos significativos y, en consecuencia, son muy propicias para consolidar los procesos de reducción del riesgo en los países en desarrollo (Carreño, 2006).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de investigación

El método de investigación empleado es de tipo aplicada, nivel integrativo y comprensivo, porque pretende evaluar y dar una propuesta, a través de un modelo jerárquico. En este estudio se integró el método multicriterio para incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativas (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.)

3.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, debido que no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes.

En ese sentido, siendo una investigación transversal y descriptiva se ha analizado el estado de diversas variables recolectando datos actualmente con el fin de determinar las características más representativas de objetos de estudio y su descripción detallada.

En el presente estudio para validar las propuestas de la evaluación de riesgos se tomó en consideración la metodología propuesta en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

3.3 Población y muestra de investigación

La población de esta investigación está conformada por el distrito de Calana, de la provincia y departamento Tacna, el cual se evaluará la zona afectada por los huaicos ocurridos durante estos últimos años.

La unidad de análisis de esta investigación será la Asociación de Vivienda 6 de Julio, perteneciente al distrito de Calana.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1 Materiales y/o instrumentos

Para el desarrollo del proyecto de investigación es necesario que el análisis deba ser bien estructurada para no cometer errores al momento de toma de datos en campo, por tal razón se dispondrá el uso de un registro específico que nos ayude evaluar que sucede en el área de investigación mediante el uso de:

- Encuesta – formatos: Se realizará la encuesta por medio de un formato con el fin de recolección de datos personales, conocimiento de la problemática y percepción de validez de un proyecto de investigación.
- Data estadística: SIGRID, CENEPRED, INGEMMET, INDECI.

- Imágenes satelitales
- Cámara fotográfica: Para la exploración visual.
- Computadora de escritorio e impresora
- Teodolito: Para el levantamiento topográfico.

3.4.2 Procedimiento y análisis de datos

Los procedimientos que se llevarán a cabo, para el desarrollo de la investigación, constan de etapas: trabajo de campo revisión y recopilación bibliográfica de información, análisis de factores y procesamiento de información.

Etapa 1: Trabajo de campo; levantamiento catastral, comunicación con pobladores vulnerables, toma de datos del tipo de material de construcción de las viviendas afectadas directamente, características de la vivienda, infraestructuras sanitarias, eléctricas, viales y registro fotográfico.

Asimismo, evaluando la zona aledaña al cauce generado por estos flujos, donde se caracteriza el ámbito de estudio, realizando el levantamiento de información de las viviendas afectadas directamente, considerándose los diferentes aspectos: usos de suelo, pendiente de la zona, geomorfología, geología, clasificación climática, material estructural predominante, características de la vivienda, tipo de ocupación, etc.

Etapa 2: Revisión y recopilación bibliográfica de información, consistirá en revisar analizar los estudios de investigación, evaluaciones, revistas, artículos,

informaciones periodísticas, etc., igualmente visitas presenciales y a sus plataformas virtuales de las entidades públicas (ANA, CENEPRED, INDECI, INGEMMET, SENAMHI).

Etapa 3: Análisis de la susceptibilidad (factores condicionantes, desencadenantes) de la peligrosidad, y; factores de la vulnerabilidad (fragilidad y resiliencia en cuanto a las dimensiones social y económica), utilizando parámetros y descriptores de acuerdo a lo planteado utilizando el método multicriterio con la escala de Saaty, para las ponderaciones y el resultado final de la evaluación.

Etapa 4: Procesamiento de información, se sistematizará la información, como la elaboración de mapas temáticos, gráficos y cuadros estadísticos, para la obtención del cálculo de la estimación del riesgo, asociados a los factores de fragilidad, resiliencia y análisis del nivel

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADO

4.1 Características generales de la zona de estudio

4.1.1 Ubicación geográfica

La zona en estudio que comprende a la Asociación de Vivienda 6 de Julio se encuentra ubicada en la jurisdicción del distrito de Calana, provincia y departamento Tacna, cercana a la zona de inundación por evento extraordinario en cause del río (seco),

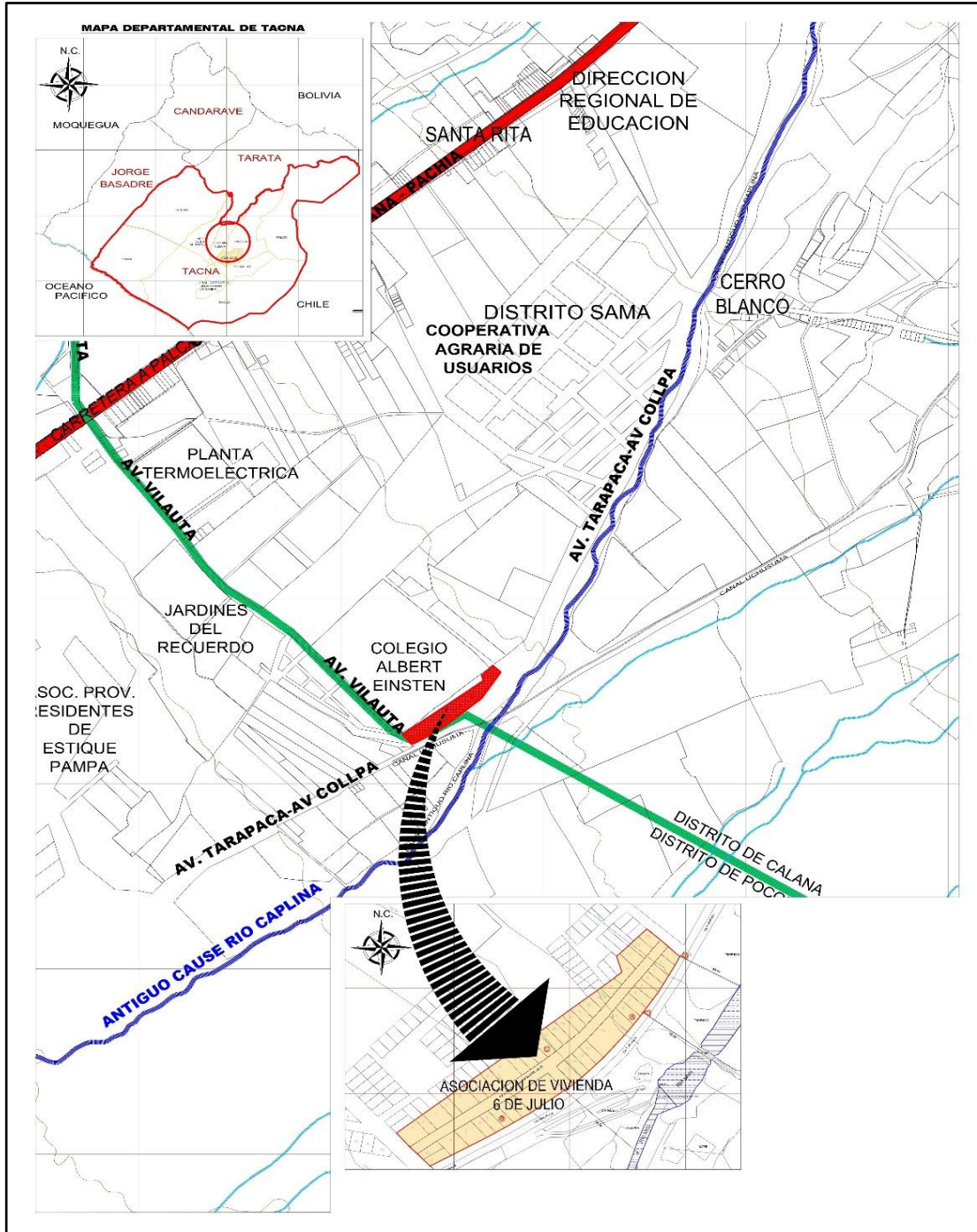


Figura 22. Ubicación del área de influencia y el área de intervención.



Figura 23. Delimitación del área del escenario en riesgo.



Figura 24. Imagen satelital de la ubicación de la Asociación de Vivienda 6 de Julio con radio de 1km.

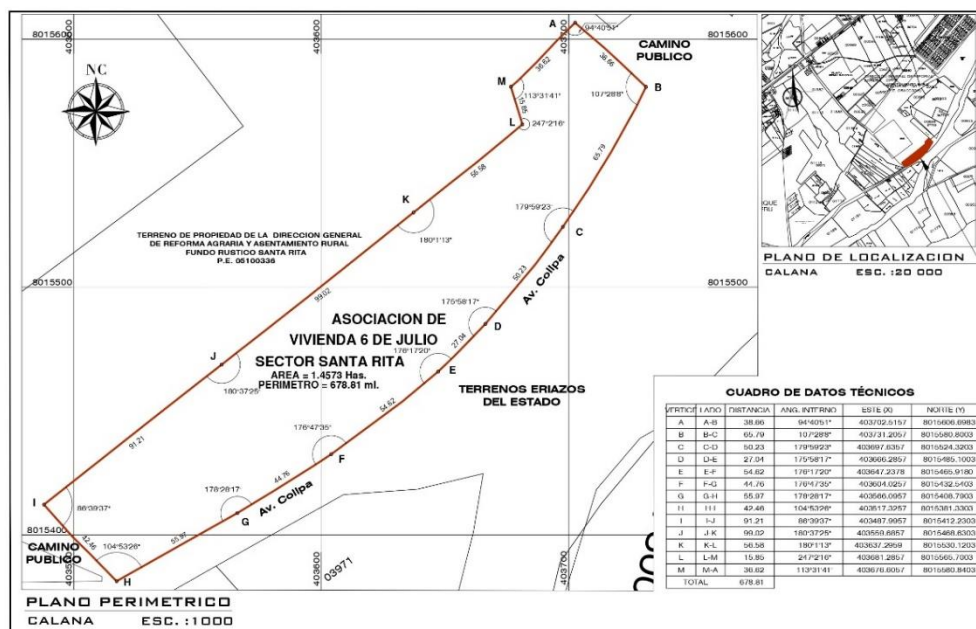


Figura 25. Perimétrico y localización del sector crítico.

Tabla 3

Coordenadas geodésicas UTM de la Asociación de vivienda 6 de Julio

Vértices	Lado	Distancia (m)	Angulo interno	Este (X)	Norte (Y)
A	A-B	38.66	94°40'51"	403702.516	8015606.7
B	B-C	65.79	107°28'8"	403731.206	8015580.8
C	C-D	50.23	179°59'23"	403697.636	8015524.32
D	D-E	27.04	175°58'17"	403666.286	8015485.1
E	E-F	54.62	176°17'20"	403647.238	8015465.92
F	F-G	44.76	176°47'35"	403604.026	8015432.54
G	G-H	55.97	178°28'17"	403566.096	8015408.79
H	H-I	42.46	104°53'26"	403517.326	8015381.33
I	I-J	91.21	86°39'37"	403487.996	8015412.23
J	J-K	99.02	180°37'25"	403559.686	8015468.63
K	K-L	56.58	180°1'13"	403637.296	8015530.12

L	L-M	15.85	247°2'16"	403681.286	8015565.7
M	M-A	36.62	113°31'41"	403676.606	8015580.84
Total		678.81			

Área del escenario en riesgo: 1, 4573 hectáreas.

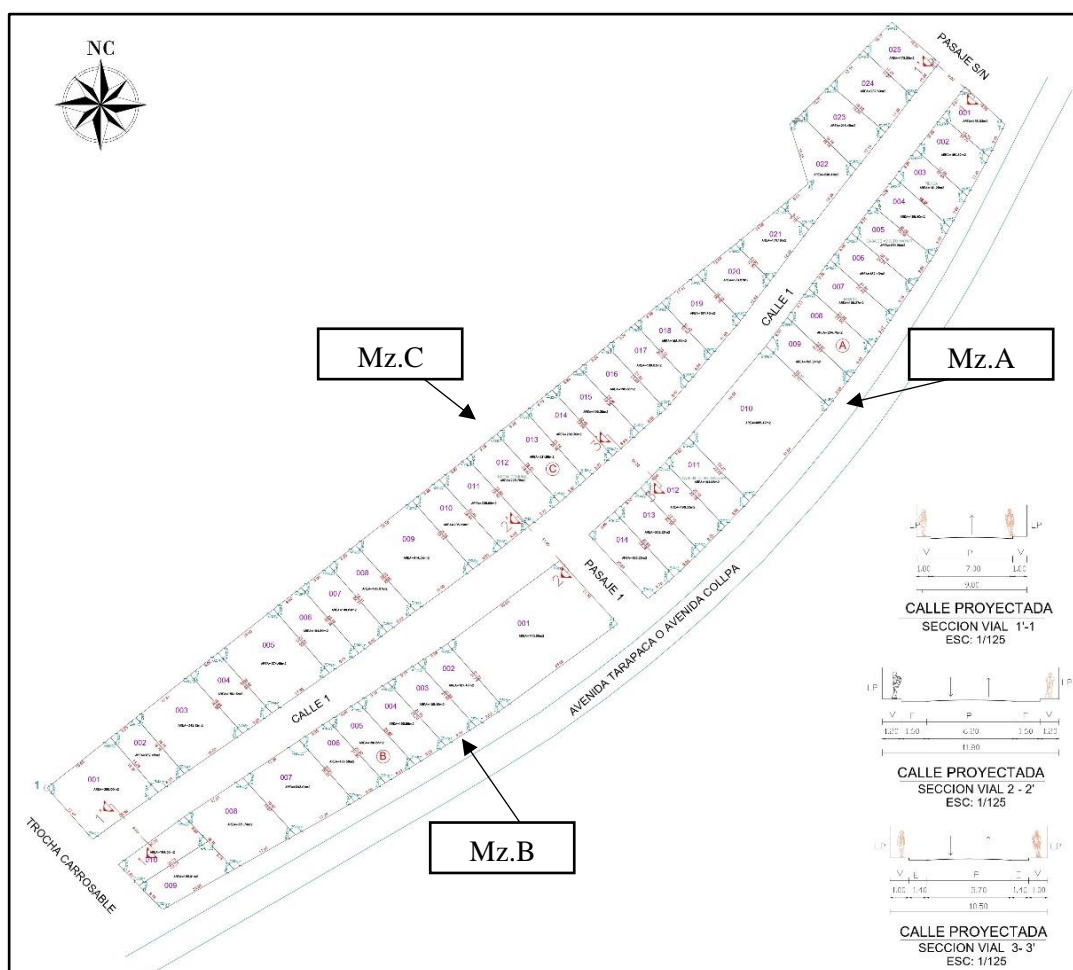


Figura 26. Codificación de manzanas y lotización de la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

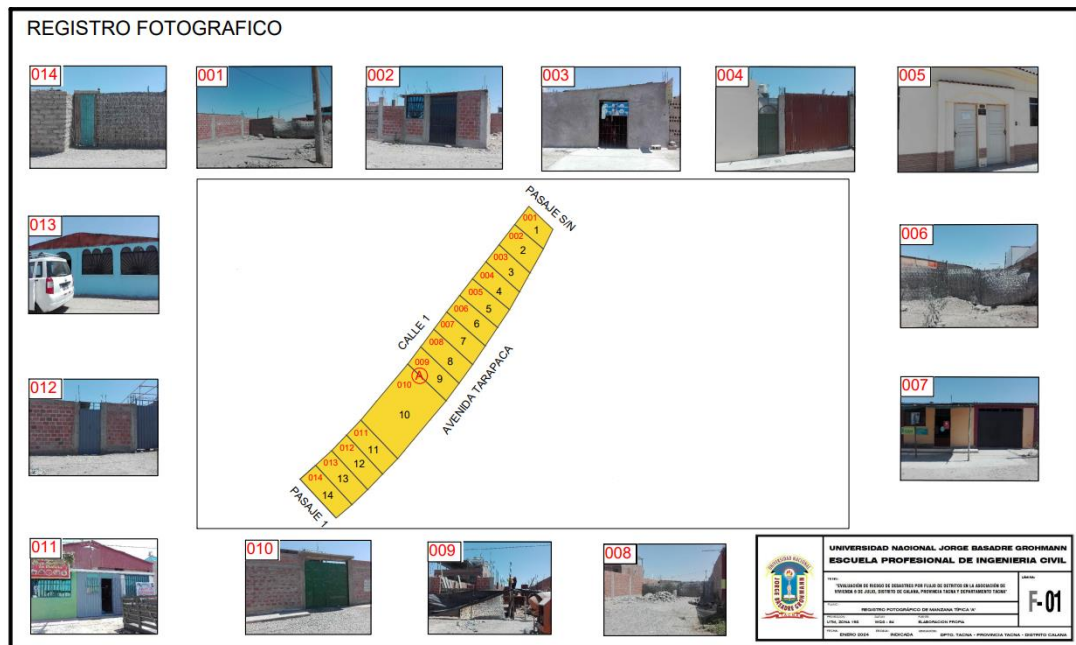


Figura 27. Registro fotográfico de construcciones resilientes de la Manzana “A” típica.

4.1.2 Accesibilidad

El acceso principal a la zona de estudio es mediante vía asfaltada con dirección Noreste prolongación de la Avenida Collpa o Avenida Tarapacá hasta el cruce con una trocha carrozable conocida como Avenida Vilauta a unos 15 minutos del centro de la ciudad de Tacna en automóvil.



Figura 28. Acceso principal al escenario en estudio desde la parte baja – Avenida Collpa.



Figura 29. Acceso principal al escenario en estudio desde la parte superior – Avenida Collpa.

4.1.3 Clima

El distrito de Calana por su ubicación geográfica, que comprende las zonas climáticas Costa y Yunga, presenta características propias de una zona árida intertropical, sus principales características son su alta humedad atmosférica, de 75% a 85%, y sus bajas y escasas precipitaciones debido al fenómeno de inversión

térmica, por lo que solamente se registran finas garúas o lloviznas irregulares en años normales; existe alta nubosidad y se perciben dos estaciones bien contrastantes: el verano (Diciembre-Marzo, que es donde ocurren estas precipitaciones) y el invierno (Julio-Septiembre), mientras que el otoño y la primavera son estaciones intermedias (Municipalidad Distrital de Calana, 2017).

4.1.4 Características sociales y económicas

La data que se consigna a continuación ha sido descargada del Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática, así como información primaria recopilada de trabajo de campo. La data está referida a “Asociación de Vivienda 6 de Julio”.

4.1.4.1 Población total

La población por grupo etario en la Asociación de Vivienda 6 de Julio muestra del total 54 % son hombres y el 46% son mujeres.

Tabla 4
Características de la población

Grupo etario (años)	Total (%)	Hombres (%)	Mujeres(%)
De 0 a 5 y mayor de 65	19	9	10
De 6 a 12 y de 60 a 65	20	16	4
De 13 a 15 y de 50 a 59	09	5	4
De 16 a 30	23	15	8
De 31 a 49	29	9	20
Total general	100	54	46

4.1.4.2 Vivienda

En la Asociación de Vivienda 6 de Julio, registra 49 viviendas. Las características de sus muros o paredes, varía hasta en 04 tipologías, que se muestran a continuación.

Tabla 5

Material de estructura predominante a nivel de lote

Material estructural predominante	Total predios
De estera, cartón, plástico, adobe	15
De madera	01
De bloqueta artesanal	11
De ladrillo, concreto armado	22
Total	49

Tabla 6

Estado de conservación de la edificación

Material de construcción	Estado de conservación	Total de predios
De estera, cartón, plástico, adobe	Muy malo	15
De madera	Malo	01
De bloqueta artesanal	Regular	11
De ladrillo, concreto armado	Bueno, muy bueno	22
Total		49

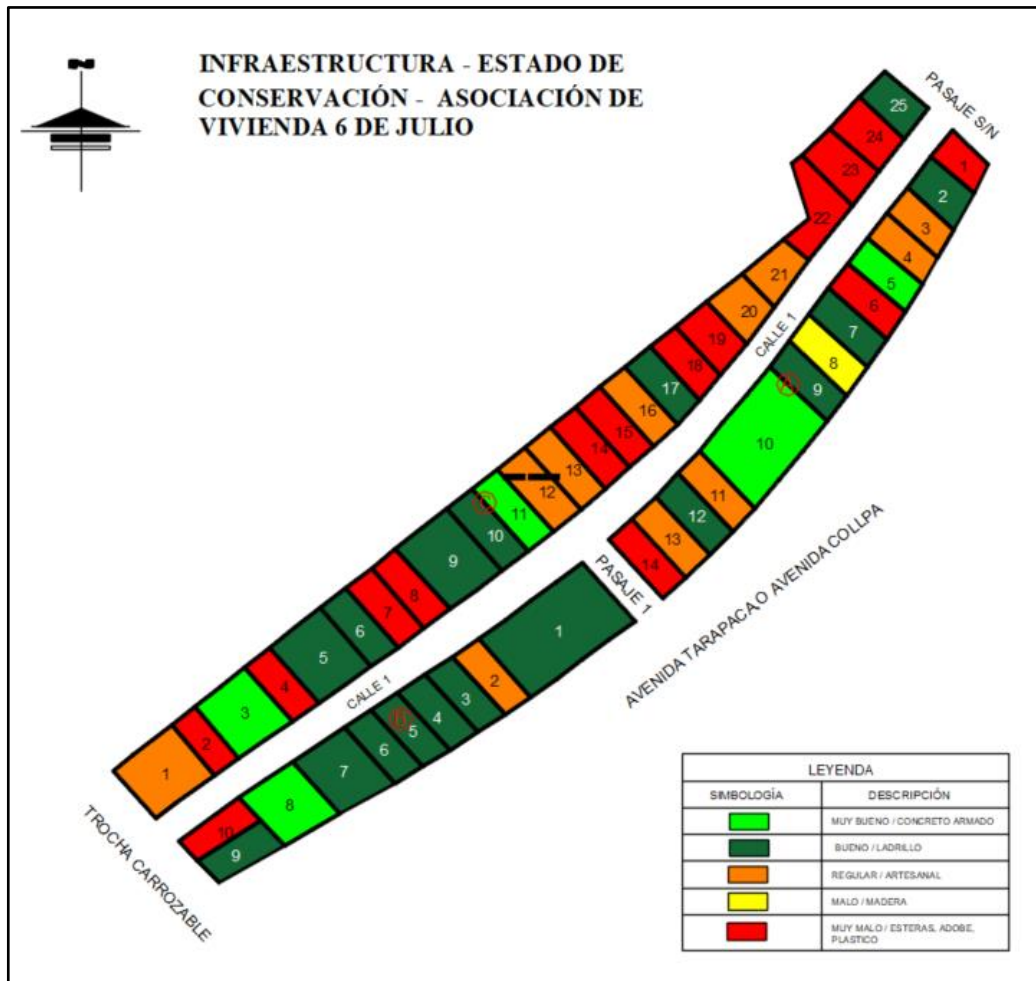


Figura 30. Estado de conservación de la construcción.

Tabla 7
Clasificación de estado de conservación

Estado de conservación de la edificación a nivel de lote			
Bueno/muy bueno	Regular	Malo	Muy malo
22	11	01	15

La antigüedad de la mayoría de la infraestructura urbana de la zona en estudio es de 15 años y su estado de conservación en líneas generales es bueno.

4.1.4.3 Disponibilidad de servicios básicos

La población asentada en la Asociación de Vivienda 6 de Julio, cuenta con acceso al servicio de agua potable y desagüe en las Manzanas A y B, más luz eléctrica dentro de la vivienda en todas las manzanas, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 8
Servicios básicos

Lotes con servicio de agua potable		Lotes con servicio de luz eléctrica		Lotes con servicio de desagüe		Lotes con servicio de teléfono fijo	
Tiene	No tiene	Tiene	No tiene	Tiene	No tiene	Tiene	No tiene
24	25	49	0	24	25	1	48

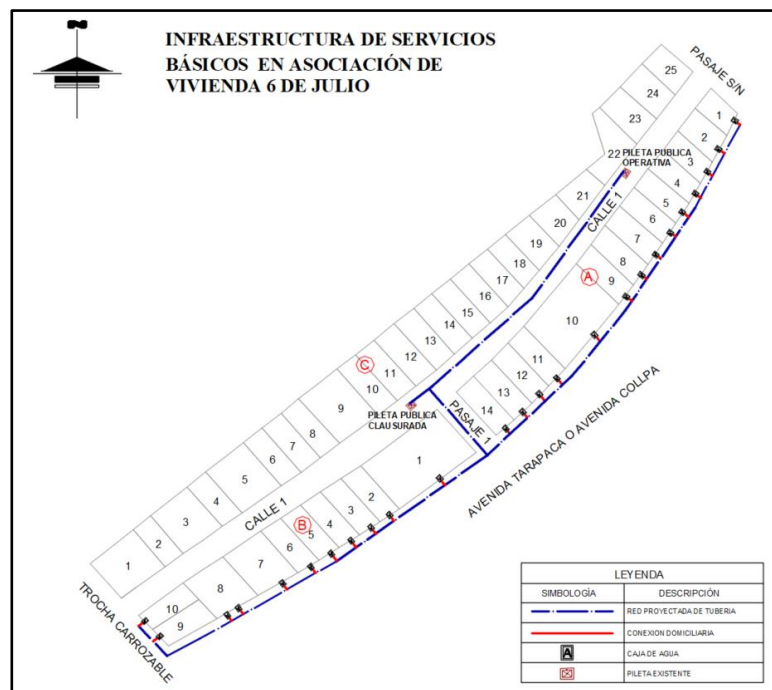


Figura 31. Conexiones de agua potable a nivel de cajas de registro e interiores en lote de la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

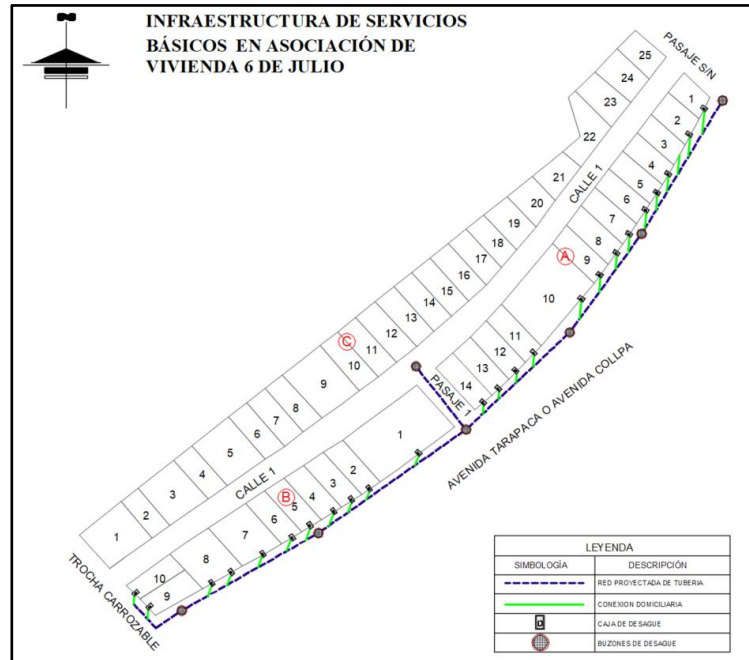


Figura 32. Conexiones de alcantarillado sanitario a nivel de cajas de registro e interiores en lote de la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

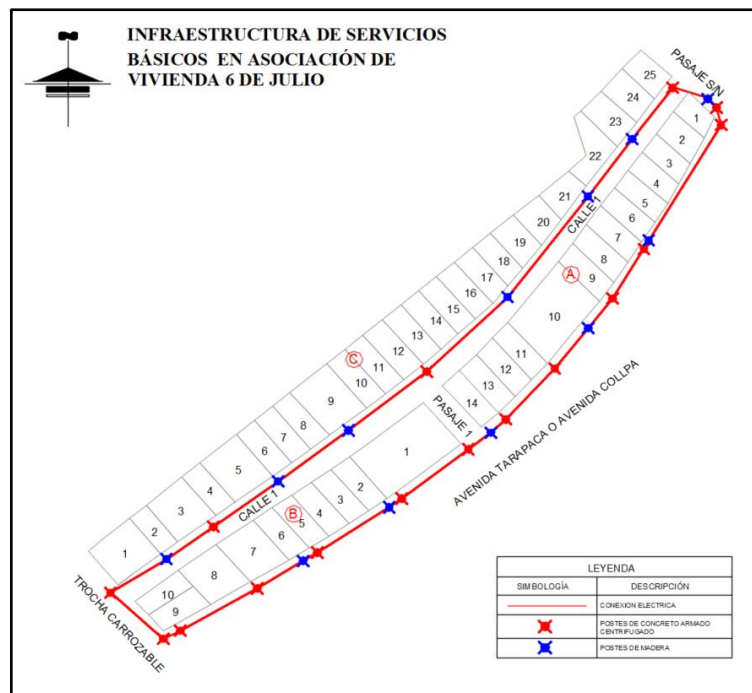


Figura 33. Red general de alumbrado en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

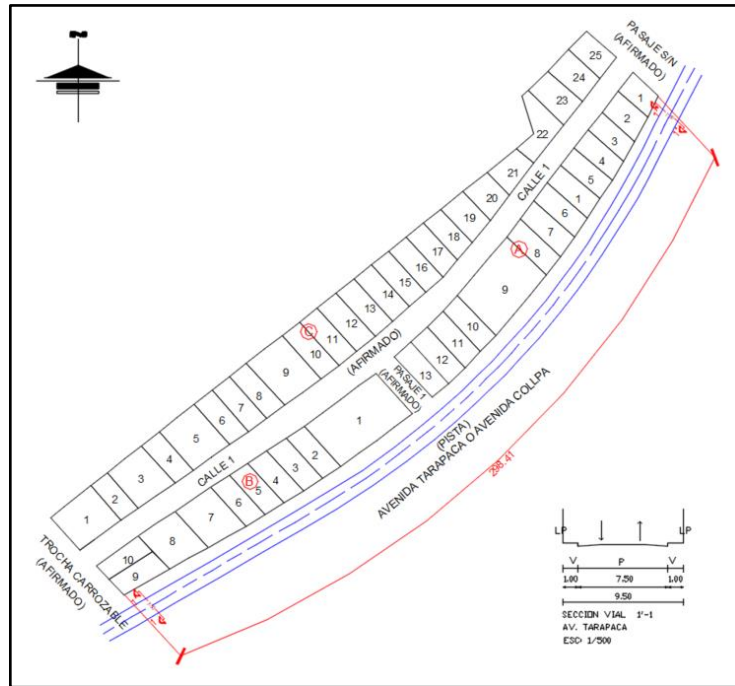


Figura 34. Infraestructura vial en frente del acceso principal - Asfaltado de vías en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

4.1.4.4 Condiciones geomorfológicas

La información básica que proviene de estudios anteriores y del trabajo de campo realizado (INDECI, 2004).

La Cuenca Hidrográfica del Caplina delimita el curso de un río (en este caso seco, que se activa solo en épocas de avenidas. Es decir, un espacio donde se colecta el agua que converge hacia un colector común. En esta cuenca se encuentran elementos físicos, sociales y biológicos.

El suelo donde está asentada la zona de estudio (Asociación de Vivienda 6 de Julio, área susceptible), está constituido por materiales predominantemente compuesto de

arenas con grava, el espesor aproximado de estos materiales estimamos en 100 metros de potencia, por debajo se espera encontrar la roca madre conformada por la formación Huaylillas (rocas volcánicas).

Esta unidad está comprendida entre los 600 y 850 m.s.n.m. y corresponden a cadenas de cerros que se levantan al Oeste (Pocollay), y al Sureste (Calana), del llano aluvial del río seco, apreciándose en el cauce capas de material detrítico que se viene acumulando leve aproximadamente cada vez que hay avenidas importante lo que generaría un embalsamiento artificial (a la altura del puente Santa Rita) en una eventual avenida de río que puede activarse básicamente por un fenómeno del Niño o, peor aún un Mega Niño.

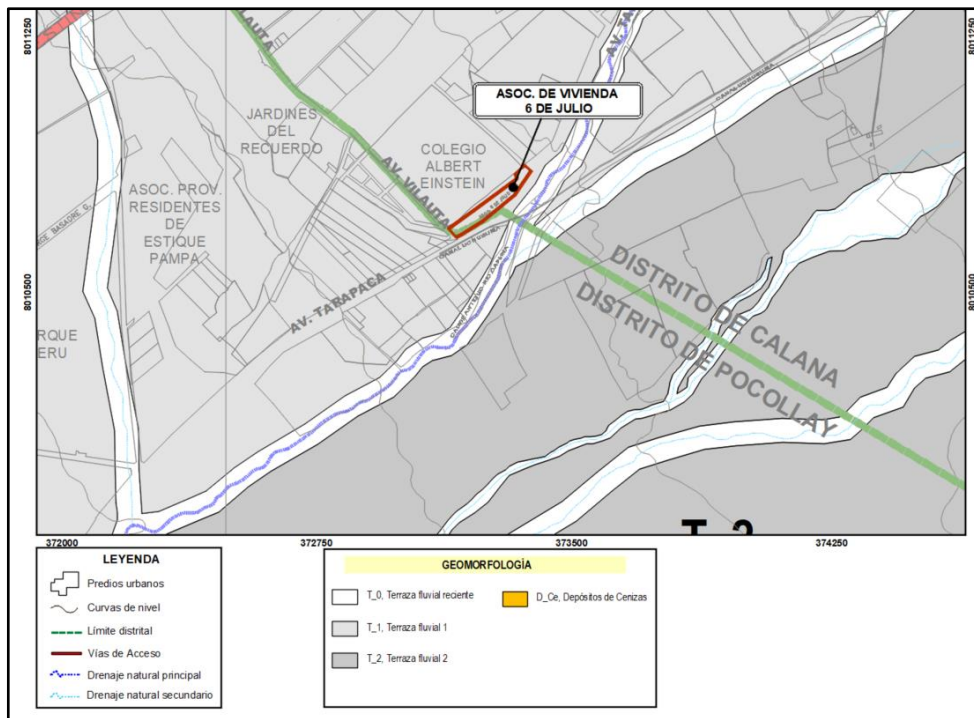


Figura 35. Vista de terraza aluvial predominante en la zona de estudio en Mapa geomorfológico.

4.1.4.5 Condiciones geológicas

La información básica que proviene de estudios anteriores y del trabajo de campo realizado (INDECI, 2004).

En el caso del distrito de Calana está conformado por las siguientes zonas:

Depósitos fluviales (Q fl)

Dentro de los depósitos cuaternarios se consideran depósitos fluviales a aquellos formados por las corrientes de los ríos. Se ubican a lo largo del Valle del río Caplina, el cual ha definido claramente depósitos de canal y depósitos de llanura de inundación.

Los depósitos fluviales de canal (Q fl_c) son aquellos que definen el curso de los ríos, están conformados principalmente de gravas y guijarros con relleno arenoso. Con la ayuda de fotografías aéreas y excavación de calicatas se pudo definir su extensión. Se pudo notar que su mayor desarrollo se extiende a lo largo del distrito Gregorio Albarracín, donde parte de ellos, son explotados como agregados para construcción. En el distrito de Tacna estos depósitos ocupan parte del cauce antiguo de la Quebrada Caramolle, donde en la actualidad se encuentra la Av. Leguía.

Los depósitos de llanura de inundación (Q fl_l) se forman en períodos de crecida de los ríos, los cuales desbordan el canal, inundando sus márgenes a grandes

distancias y depositando sedimentos finos que lleva en suspensión en grandes playas.

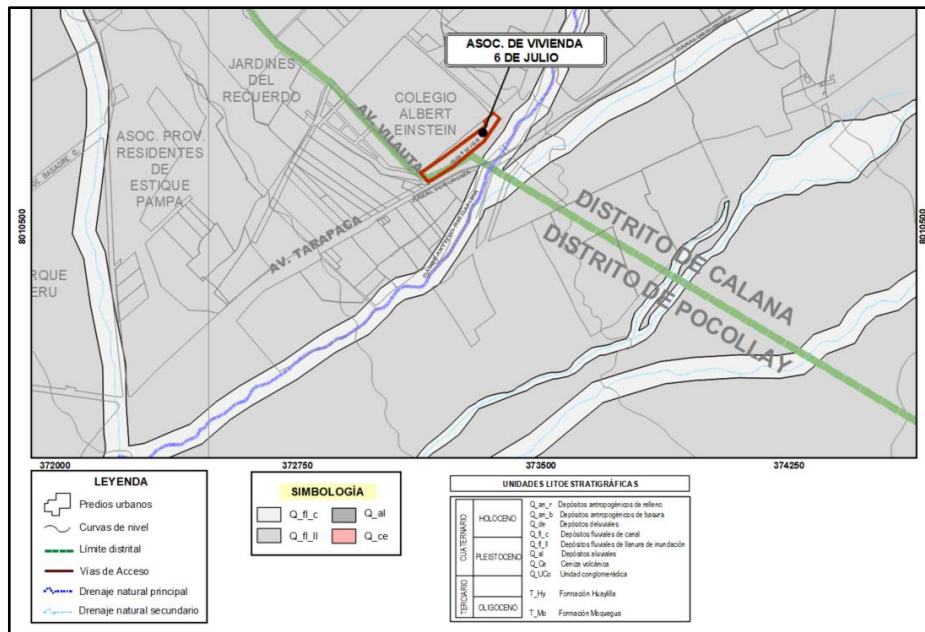


Figura 36. Vista de unidad litoestratigráfica de depósitos fluviales de llanura de inundación en la zona de estudio en Mapa geológico.



Figura 37. Suelo típico en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

4.1.4.6 Pendiente

De acuerdo al levantamiento topográfico de campo de muy reciente data y a las vistas satelitales, el área de estudio de la Asociación de Vivienda 6 de Julio, presenta las siguientes pendientes:

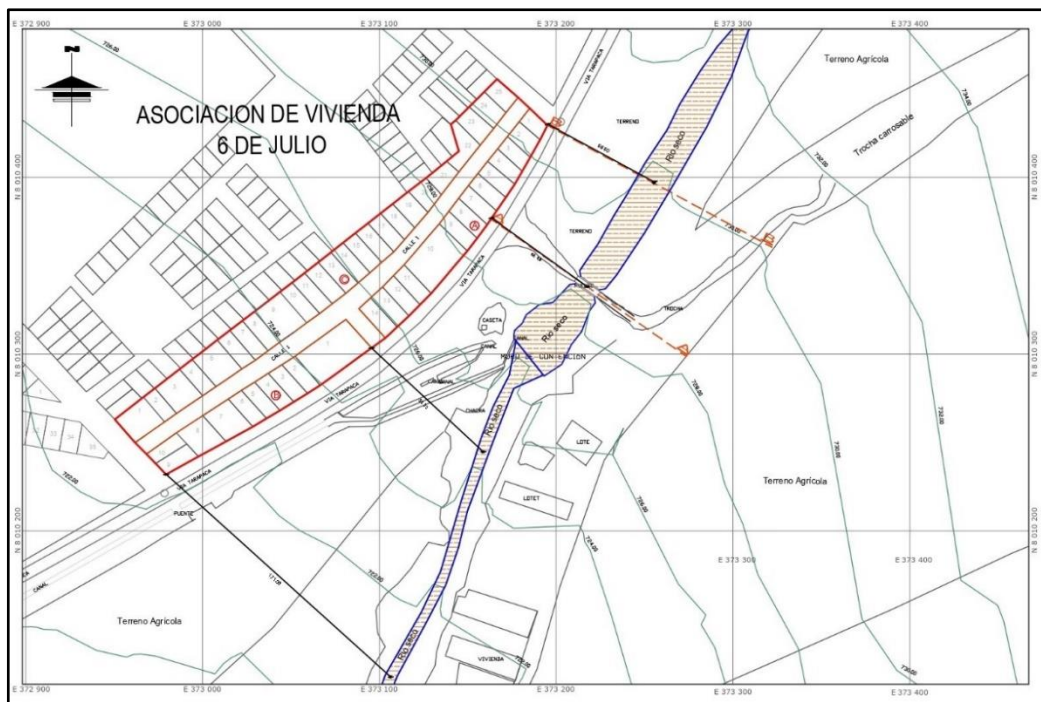


Figura 38. Pendientes – topografía a curvas de nivel.

4.1.4.7 Hidrometeorología

La información básica que se utilizó para estos resultados proviene de estudios anteriores y del trabajo de campo realizado (INDECI, 2004).

4.1.4.7.1 Hidrografía (Cuenca del río Caplina)

El cauce principal del río Caplina se desplaza en dirección Noreste –Suroeste hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. El río Caplina nace en UMAMACATA de la confluencia de la Quebrada Piscullane y otras pequeñas quebradas que tienen sus nacientes en los nevados de Achacollo, Chupiquiña, El Fraile, Huancune y los nevados pertenecientes a la Cordillera El Barroso.

A lo largo de su recorrido el río Caplina recibe aporte de varias quebradas (Sub o Micro Cuencas) siendo la más importante la Quebrada Cotañane que tiene sus nacientes en la cordillera El Barroso y la Quebrada Palca que entrega sus aguas al río Caplina cerca de la localidad de Miculla. El cauce natural del río Caplina pasa por la ciudad de Tacna y conforma la Quebrada Caramolle.

El régimen del río es torrencioso y muy irregular, con marcadas diferencia entre sus descargas extremas, siendo alimentados en el verano Austral por precipitaciones pluviales, período en el que se concentra el 75% de las descargas, y el resto del año por deshielo de glaciales y/o la descarga de los acuíferos de agua subterránea.



Figura 39. Mapa de ubicación de Cuenca del río Caplina.

4.1.4.7.2 Correlación geomorfológica y pluviosidad

La pluviosidad asociada al fenómeno El Niño, produce la erosión en la zona más árida de la Cuenca Caplina; desde Tacna hasta los 2.000 m.s.n.m, produciendo erosión y formación de huaicos que pueden bajar por las quebradas Uchusuma, Viñani, Las Salinas, Escritos, Del Diablo, Caramolle, etc. Este fenómeno puede afectar a la ciudad de Tacna, en los Conos Norte y Sur; así como, la toma Chuschuco.

4.1.4.7.3 Problemática de la evolución del fenómeno El Niño

Su intensidad sobre la Costa Peruana se puede predecir con confiabilidad sólo con 3 ó 4 meses de anticipación, si bien es cierto se puede conocer con 6 meses o hasta 1 año de anticipación sin la certeza de ocurrencia del fenómeno, a partir de indicadores climatológicos y oceanográficos.

Así la ocurrencia de 2 eventos El Niño muy fuertes puede ser la señal de un aumento de este tipo de eventos catastróficos, pero puede ser también el resultado de una casualidad, porque la probabilidad de ocurrencia de estos dos eventos cercanos es de un 10 % (probabilidad de ocurrencia de dos eventos con periodo de retorno de 50 años con 30 años de observación).

En algunos de los eventos máximos que afectaron las sub cuencas en estudio, el rápido e imprevisto aumento del transporte sólido tuvo consecuencias importantes sobre el caudal líquido. Pero cabe señalar que siempre estos fenómenos fueron las consecuencias de otros fenómenos imprevistos, tales como: huaicos extraordinario deslizamiento de terreno u otros.

4.1.4.7.4 Análisis de descargas y máximas avenidas

Actualmente, en la cuenca del río Caplina, se tiene registros de descargas en las estaciones Calientes, sobre el canal Caplina, cuya captación se ubica en el río Caplina.

La información hidrométrica en la cuenca data desde el año 1939, sin interrupciones, del registro histórico se tiene que la media mensual multianual es de 0,996 m³/s, con mínimos de 0,105 m³/s y máximos de 33,22 m³/s. Esto arroja un rendimiento específico o producción media de la cuenca de 0,90 l/s/Km²

Utilizando técnicas estadísticas, resulta que la mejor distribución teórica para descargas máximas del río Caplina es la Log-Normal, por lo tanto, el análisis de máximas avenidas ha sido tratado utilizando dicha distribución y se han simulado diferentes períodos de retorno como ser 50, 100, 200, 500 y 1000 años.

El análisis de máximas descargas se realizó utilizando el programa FLFREC, los resultados obtenidos para períodos de retorno de 50, 100, 200, 500 y 1000 años son los siguientes:

Tabla 9
Periodo de retorno en años

Periodo de retorno (años)	Caudal máximo (m ³ /s)
50	22.40
100	27.70
200	33.70
500	42.80
1000	50.80

Fuente. INDECI, 2004.

4.1.4.7.5 Niveles de precipitación

A continuación, se detalla los niveles de precipitación de la Cuenca del río Caplina.

Tabla 10*Niveles de precipitación de la Cuenca del río Caplina*

Meses	Thesen (mm)	Isoyetas (mm)	Thesen modificado (mm)
Enero	40.79	42.38	42.38
Febrero	36.1	37.41	37.41
Marzo	21.02	22.48	22.48
Abril	1.35	2.5	2.5
Mayo	0.29	0.65	0.52
Junio	0.85	1.07	1.07
Julio	0.29	0.47	0.47
Agosto	1.1	1.15	1.15
Setiembre	1.22	1.24	1.24
Octubre	1.37	1.47	1.47
Noviembre	3.25	3.75	3.75
Diciembre	11.48	12.42	12.42
Anual	119.11	126.99	126.86

Fuente. Autoridad Nacional del Agua, 2002.

Nota. Se realizó la precipitación areal media mensual considerando solo hasta la estación calientes**Tabla 11***Precipitación mensual de la Cuenca del río Caplina*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964	18.70	7.35	9.33	5.59	0.04	0.00	0.00	1.79	0.05	1.07	2.59	17.25
1965	5.82	14.87	3.10	0.58	0.12	4.29	0.18	1.22	8.62	0.00	0.14	2.28
1966	1.34	8.19	2.94	0.11	1.26	0.05	1.65	0.00	0.00	8.91	3.90	6.40
1967	28.93	44.33	89.11	24.93	0.00	0.43	1.36	0.36	1.57	0.62	0.18	14.14
1968	46.28	34.61	24.43	1.11	12.95	0.15	0.04	3.05	0.14	2.76	11.83	10.24
1969	31.76	29.05	4.51	0.32	0.00	0.38	0.00	0.10	2.04	0.05	6.00	9.12
1970	8.93	24.82	2.35	0.53	0.53	3.35	0.09	0.20	0.05	0.24	3.27	7.82
1971	18.76	19.72	2.83	0.16	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	0.00	5.88	13.56
1972	90.69	134.01	84.01	1.32	0.00	0.00	0.27	0.15	0.43	0.82	0.37	15.71
1973	107.08	122.44	21.35	2.79	0.00	1.17	0.27	0.36	0.19	5.44	0.64	0.66
1974	106.12	88.12	21.01	0.00	0.00	0.15	0.31	3.44	0.10	0.48	0.00	6.72
1975	54.02	66.72	61.67	0.68	0.12	0.10	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	22.41
1976	59.21	31.22	20.14	0.05	0.04	0.00	9.65	3.97	11.61	1.86	0.00	7.62
1977	39.12	87.97	13.53	0.42	0.24	0.00	0.40	0.00	0.29	0.33	1.79	15.43
1978	22.05	3.68	9.85	0.94	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.61	4.05	4.62
1979	22.85	3.84	8.72	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.66	0.23	27.11
1980	6.57	1.97	21.97	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	2.60	0.00	3.46
1981	51.06	46.66	20.53	1.85	0.00	0.00	0.00	0.30	2.50	0.09	3.65	16.30

1982	20.24	10.15	14.33	2.11	0.04	0.19	0.00	0.00	1.01	5.80	8.65	2.28
1983	5.08	4.47	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	1.57	0.00	0.00	2.16
1984	53.97	40.10	49.61	0.21	0.00	6.23	0.00	3.05	0.00	12.54	7.93	0.63
1985	8.48	90.78	24.51	3.28	0.00	0.78	0.00	0.05	0.10	0.00	43.42	16.98
1986	29.18	23.36	9.74	1.27	0.16	0.00	0.09	2.93	0.00	0.00	0.64	24.03
1987	18.39	1.97	0.00	0.00	2.36	0.44	2.91	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00
1988	69.28	0.84	32.40	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	2.67
1989	20.49	60.52	16.35	22.60	0.00	0.28	0.13	0.19	0.91	4.37	14.46	9.39
1990	8.55	14.70	15.09	0.42	0.53	11.48	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	52.02
1991	27.73	2.90	16.83	0.58	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	1.48
1992	7.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.61	0.00	0.00	2.24	41.64
1993	78.21	3.50	20.91	0.00	0.00	1.31	0.00	9.22	0.00	0.47	0.73	19.57
1994	15.46	61.97	7.90	13.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	1.15	18.65
1995	26.96	1.97	58.76	5.52	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.46	4.47
1996	38.67	20.78	1.87	0.63	0.20	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	4.95	4.37
1997	89.40	93.87	24.98	0.32	0.45	0.00	0.00	9.70	13.89	0.91	5.00	7.58
1998	78.10	9.77	1.44	0.21	0.00	4.35	0.00	0.31	0.00	0.09	1.19	19.54
1999	19.87	123.41	74.84	0.58	0.00	1.33	0.00	0.00	0.38	2.38	0.00	14.88
2000	107.90	49.52	38.09	0.00	0.00	1.33	0.04	0.00	0.00	0.47	0.00	16.58
Media	39.00	37.41	22.48	2.50	0.52	1.07	0.47	1.15	1.24	1.47	3.75	12.43

Fuente. Autoridad Nacional del Agua, 2002.

Nota. Se realizó la precipitación areal considerando solo hasta la estación calientes

Tabla 12
Periodo de retorno adoptado

Tr (años)	Caudal Máximo (m ³ /s)	
	Calientes	Piedras Blancas
2	5.00	2.00
5	11.00	3.00
10	17.00	4.00
25	26.00	6.00
50	35.00	7.00
100	45.00	8.00
200	57.00	9.00
500	76.00	11.00
1000	93.00	12.00

Fuente. Autoridad Nacional del Agua, 2002.

4.2 Determinación del peligro

4.2.1 Identificación del peligro

Los factores condicionantes fueron la presencia de filtraciones y saturación de los depósitos superficiales producto de las intensas precipitaciones pluviales en la Cuenca del Caplina. Además de factores geológicos pre-existentes, como afloramientos de material gravoso.

4.2.2 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia en el ámbito urbano se consideraron los siguientes factores:

Tabla 13
Factores de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes		
Precipitación	Geomorfología	Pendiente	Geología

4.2.2.1 Análisis de factor desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ). Los resultados obtenidos son:

4.2.2.1.1 Precipitación

Tabla 14

Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación

Descriptor	Mayor a P99 (extremadamente lluvioso)	Mayor a P95-P99 (Muy lluvioso)	Mayor a P90-P95 (Lluvioso)	Mayor a P75-P90 (Moderadamente lluvioso)	Inferior a P75 (Lluvia usual)
Mayor a P99 (extremadamente lluvioso)	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Mayor a P95-P99 (Muy lluvioso)	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
Mayor a P90-P95 (Lluvioso)	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Mayor a P75-P90 (Moderadamente lluvioso)	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Inferior a P75 (Lluvia usual)	0.11	0.14	0.25	0.33	1.00
Suma	1.84	4.73	8.58	15.33	24.00
1/Suma	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

Tabla 15

Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación

Descriptor	Mayor a P99 (extremadamente lluvioso)	Mayor a P95-P99 (Muy lluvioso)	Mayor a P90-P95 (Lluvioso)	Mayor a P75-P90 (Moderadamente lluvioso)	Inferior a P75 (Lluvia usual)	Vector priorización
Mayor a P99 (extremadamente lluvioso)	0.544	0.635	0.466	0.457	0.375	0.495

Mayor a P95- P99 (Muy lluvioso)	0.181	0.212	0.350	0.261	0.292	0.259
Mayor a P90- P95 (Lluvioso)	0.136	0.071	0.117	0.196	0.167	0.137
Mayor a P75- P90 (Moderadam ente lluvioso)	0.078	0.053	0.039	0.065	0.125	0.072
Inferior a P75 (Lluvia usual)	0.060	0.030	0.029	0.022	0.042	0.037
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Índice de consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) para el parámetro precipitación.

Tabla 16
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0,051
RC	0,045

4.2.2.2 Análisis de factor condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes, se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ). Los resultados obtenidos son los siguientes:

4.2.2.2.1 Pendiente

Tabla 17

Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Descriptores	< 15°	8° - 10°	5° - 7°	2° - 5°	< 2°
< 15°	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
8° - 10°	0.33	1.00	2.00	7.00	9.00
5° - 7°	0.25	0.50	1.00	3.00	9.00
2° - 5°	0.14	0.14	0.33	1.00	3.00
< 2°	0.11	0.11	0.11	0.33	1.00
Suma	1.84	4.75	7.44	18.33	31.00
1/Suma	0.54	0.21	0.13	0.05	0.03

Tabla 18

Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

Descriptores	< 15°	8° - 10°	5° - 7°	2° - 5°	< 2°	Vector priorización
< 15°	0.544	0.631	0.537	0.382	0.290	0.477
8° - 10°	0.181	0.210	0.269	0.382	0.290	0.267
5° - 7°	0.136	0.105	0.134	0.164	0.290	0.166
2° - 5°	0.078	0.030	0.045	0.055	0.097	0.061
< 2°	0.060	0.023	0.015	0.018	0.032	0.030
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Índice de consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) para el parámetro pendiente:

Tabla 19

Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0,070
RC	0,063

4.2.2.2.2 Unidad geomorfológica

Tabla 20

Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica

Descriptor	Vertiente o pedemonte aluvial (P- at)	Vertiente o pedemonte aluvio torrencial	Tobas de la formación Huaylillas	Superficie con flujo piroclasto (P-at)	Tufo riolitico a dacitico de la formación Huaylillas
Vertiente o pedemonte aluvial (P-at)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vertiente o pedemonte aluvio torrencial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tobas de la formación Huaylillas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Superficie con flujo piroclasto (P-at)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Tufo riolitico a dacitico de la formación Huaylillas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Tabla 21

Matriz de normalización de pares del parámetro unidad geomorfológica

Descriptor	Vertiente o pedemonte aluvial (P-at)	Vertiente o pedemonte aluvio torrencial	Tobas de la formación Huaylillas	Superficie e con flujo piroclasto o (P-at)	Tufo riolitico a dacitico de la formación Huaylillas	Vector priorización

Vertiente o piedemonte aluvial (P-at)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Vertiente o piedemonte aluvio torrencial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Tobas de la formación Huaylillas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Superficie con flujo piroclasto (P-at)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Tufo riolítico a dacítico de la formación Huaylillas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Índice de consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) para el parámetro unidad geomorfológica:

Tabla 22
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0,093
RC	0,083

4.2.2.2.3 Geología

Tabla 23

Matriz de comparación de pares del parámetro geología

Descriptor	Formación Huaylillas Superior (PN-mo-s)	Depósitos de Ceniza Volcánica (Qh-vl)	Depósitos antropogénicos de relleno (Q-an)	Deposito fluviales de llanura de inundación	Deposito Aluviales (Qh-vl)
Formación Huaylillas Superior (PN-mo-s)	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Depósitos de Ceniza Volcánica (Qh-vl)	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Depósitos antropogénicos de relleno (Q-an)	0.20	0.50	1.00	2.00	6.00
Deposito fluviales de llanura de inundación	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
Deposito Aluviales (Qh-vl)	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
Suma	1.95	3.89	6.67	14.33	26.00
1/Suma	0.512	0.257	0.150	0.070	0.038

Tabla 24*Matriz de normalización de pares del parámetro geología*

Descriptores	Formación Huaylillas Superior (PN-mo-s)	Depósitos de Ceniza Volcánica (Qh-vl)	Depósitos antropogénicos de relleno (Q-an)	Deposito fluviales de llanura de inundación	Deposito Aluviales (Qh-vl)	Vector priorización
Formación Huaylillas Superior (PN-mo-s)	0.512	0.514	0.450	0.488	0.346	0.462
Depósitos de Ceniza Volcánica (Qh-vl)	0.256	0.257	0.300	0.279	0.269	0.272
Depositos antropogénicos de relleno (Q-an)	0.102	0.128	0.150	0.140	0.231	0.150
Deposito fluviales de llanura de inundación	0.073	0.064	0.075	0.070	0.115	0.079
Deposito Aluviales (Qh-vl)	0.057	0.037	0.025	0.023	0.038	0.036
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Índice de consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) para el parámetro geología:

Tabla 25*Índice de consistencia y Relación de consistencia*

IC	0,030
RC	0,026

4.2.2.2.4 Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

Tabla 26

Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

Parámetros de factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	2.00	3.00
Geomorfología	0.50	1.00	2.00
Geología	0.33	0.50	1.00
Suma	1.83	3.50	6.00
1/Suma	0.545	0.286	0.167

Tabla 27

Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

Parámetros de factores condicionantes	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector priorización
Pendiente	0.545	0.572	0.501	0.539
Geomorfología	0.273	0.286	0.334	0.298
Geología	0.182	0.143	0.167	0.164
	1.00	1.00	1.00	1.00

Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) para los factores condicionantes:

Tabla 28

Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0,005
RC	0,009

4.2.3 Parámetros de evaluación

Para el presente caso, se ha considerado como único parámetro de evaluación del fenómeno a la FRECUENCIA e incluso hay registro de este fenómeno durante los años pasados de ocurrencia del fenómeno de El Niño. Y se obtuvo sus pesos ponderados mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ).

4.2.3.1 Periodo de retorno de Mega Niño o El Niño

Tabla 29

Matriz de comparación de pares del parámetro periodo de retorno

Descriptor	Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 a 200 años	Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 años	Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 a 100 años	Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 años	Evento de un Mega Niño o El Niño menor de 50 años
Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 a 200 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 años	0.33	1.00	3.00	5.00	9.00
Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 a 100 años	0.20	0.33	1.00	2.00	7.00
Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 años	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Evento de un Mega Niño o El Niño menor de 50 años	0.11	0.11	0.20	0.50	1.00

Niño menor de 50 años						
Suma	1.79	4.64	9.70	15.50	29.00	
1/Suma	0.560	0.215	0.103	0.065	0.034	

Tabla 30
Matriz de normalización de pares del parámetro periodo de retorno

Descriptor	Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 a 200 años	Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 años	Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 a 100 años	Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 años	Evento de un Mega Niño o El Niño menor de 50 años	Vector priorización
Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 a 200 años	0.560	0.646	0.515	0.452	0.310	0.497
Evento de un Mega Niño o El Niño de 100 años	0.187	0.215	0.309	0.323	0.310	0.269
Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 a 100 años	0.112	0.072	0.103	0.129	0.241	0.131
Evento de un Mega Niño o El Niño de 50 años	0.080	0.043	0.052	0.065	0.103	0.069
Evento de un Mega Niño o El Niño	0.062	0.024	0.021	0.032	0.034	0.035

menor de 50 años						
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Índice de consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) para el parámetro Frecuencia:

Tabla 31
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0,091
RC	0,082

4.2.4 Definición de escenario

Se ha considerado el escenario: Precipitación extremadamente lluvioso, geología de Formación Huaylillas Superior (PN-mo-s), con pendientes mayores a 15° y de geomorfología de Vertiente o piedemonte aluvial (P-at). Con periodo de retorno de evento de El Niño y/o Mega Niño.

4.2.5 Niveles de peligro

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

Tabla 32
Niveles de peligro

Nivel		Rango	
Muy alto	0.266	$\leq P <$	0.492
Alto	0.138	$\leq P <$	0.266
Medio	0.069	$\leq P <$	0.138
Bajo	0.035	$\leq P <$	0.069

A continuación, se muestra el cálculo del nivel de peligro para la estratificación.

Tabla 33.
Cálculo del nivel de peligro para la estratificación

Parámetros generales	Peligro	Promedio Vector priorización x F.D=0.60 (1)	Promedio Vector priorización x F.C=0.40 (2)	Sub total (1+2)	Suscept ibilidad	Nivel total
0.497	0.249	0.288	0.198	0.486	0.243	0.492
0.269	0.134	0.160	0.104	0.264	0.132	0.266
0.131	0.5	0.066	0.090	0.145	0.5	0.072
0.069	0.034	0.042	0.029	0.071	0.035	0.069
0.035	0.018	0.020	0.015	0.035	0.017	0.035

4.2.6 Estratificación del nivel de peligro

En la siguiente tabla se muestra la matriz de peligros obtenida:

Tabla 34
Matriz de peligro de la Asociación de Vivienda 6 de Julio

Nivel	Descripción	Rango
-------	-------------	-------

Muy alto	<p>Relieve topográfico poco abrupto. Uso mayoritario actual de terreno: Vivienda. Leve descenso de Temperatura: Inundación: precipitaciones excepcionales anómalas positivas mayor a 300%, cercanía al cauce menor a 68.69m, intensidad media de precipitación en una hora (mm/h) Torrenciales: mayor a 60. Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII. Pendiente de 12 a 15° y depósitos superficiales no consolidados (de anteriores avenidas).</p>	0.266≤P<0.492
Alto	<p>El relieve muy poco abrupto. Uso mayoritario actual de suelo vivienda. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 100% a 300%, cercanía a cause de rio seco de 66.69m a 86.25metros (eje de cause). Pendientes de 8 a 12por ciento. Intensidad media en una hora (mm/h) Muy fuertes: Mayor a 50 y Menor o igual a 60. Precipitaciones anómalas negativas 100% a 300%. Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X. Pendiente 9 a 12°. Depósitos superficiales consolidados.</p>	0.138≤P<0.266
Medio	<p>Relieve gravoso, relativamente plano. Tipo de suelo granulares sobre grava aluvial o coluvial. Uso actual de suelo mayormente Vivienda, magnitud del sismo de 5.5. a 6.0, Intensidad grandes de VI a VII. Inundación: precipitaciones anómalas positivas 50% a 100%, cercanía a la fuente de agua 86.25 hasta 171.08 metros. Intensidad media en una hora (mm/h) Moderada: Mayor a 30 y Menor o igual a 50. Precipitaciones anómalas negativas 50% a 100%. Sismo: 4.5 a 5.9 Pendiente 6° a 9°.</p>	0.069≤P<0.138
Bajo	<p>Generalmente semi plano. Presenta superficies planas y semi planas con estratos de grava. Uso actual de suelo mayormente vivienda. Zona con presencia de lluvias y/o, magnitud del sismo menor a 5.5. Inundación: precipitaciones anómalas positivas menor a 50%, cercanía a cause de rio seco mayor a 171.08 metros, intensidad media en una hora (mm/h) Moderadas: menor a 15. precipitaciones anómalas negativas menor de 20 a 50%. Sismo: menor a 4.4: Sentido por mucha gente, intensidad menor a V. Pendiente menor a 6°, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturados.</p>	0.035≤P<0.069

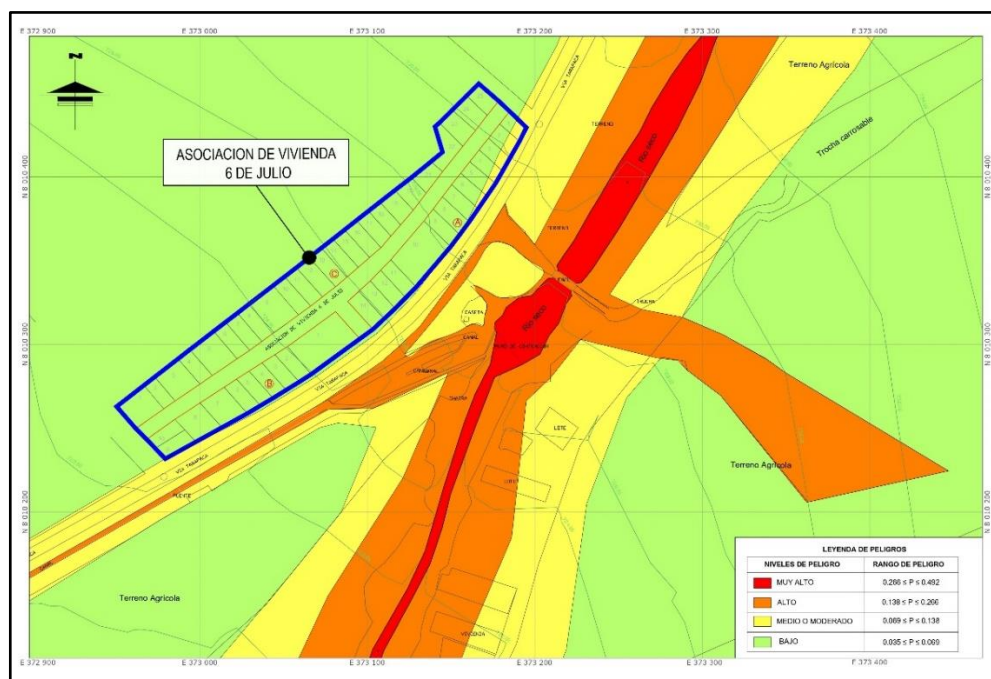


Figura 40. Mapa de peligro por flujo de detritos extraordinario en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.

4.2.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos inmersos en el ámbito de estudio, han sido identificado con apoyo del Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática, e información primaria de trabajo de campo, los principales se muestran a continuación:

4.2.7.1 Dimensión social

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de flujo de detritos:

Tabla 35
Centros poblados expuestos

Centros poblados expuestos	
Nº Centros poblados expuestos	Nº Población
01 (Asociación de Vivienda 6 de Julio)	75 (Habitantes)

Tabla 36
Acceso a servicios: Instituciones educativas y salud

Instituciones educativas y salud	
Centro poblado	Inst. educativa y salud
Asociación de Vivienda 6 de Julio	0

4.2.7.2 Dimensión económica

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en la dimensión económica ante flujo de detritos:

Tabla 37
Infraestructura eléctrica

Infraestructura eléctrica	
Asociación	Cantidad
Asociación de Vivienda 6 de Julio	01 Global

Tabla 38
Viviendas

Viviendas	
Asociación de vivienda	Número de viviendas
Asociación de Vivienda 6 de Julio	49

Tabla 39
Vías de comunicación – asfaltado de vías

Vías de comunicación			
Tipo	Superficie	Longitud (km)	Sección vía promedio (m)
Carretera	Asfaltada	0.298	7.50



Figura 41. Mapa de elementos expuestos vulnerables en zona susceptible

4.3 Análisis de la vulnerabilidad

4.3.1 Análisis de la dimensión social

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:



Figura 42. Flujograma de parámetro de dimensión social

4.3.1.1 Análisis de la fragilidad de la dimensión social

Tabla 40

Parámetros utilizados en el factor fragilidad de la dimensión social

Parámetro	Peso ponderado
Grupo etario	0.6
Discapacidad	0.4

4.3.1.2 Análisis de los parámetros de fragilidad en la dimensión social

4.3.1.2.1 Grupo etario

Tabla 41

Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario

Grupo etario	0 a 5 años y mayores de 65 años	6 a 12 años y de 60 a 65 años	13 a 15 años y de 50 a 60 años	16 a 30 años	31 a 49 años
0 a 5 años y mayores de 65 años	1.00	1.33	2.00	4.00	7.69
6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.75	1.00	1.33	2.00	4.00
13 a 15 años y de 50 a 60 años	0.50	0.75	1.00	1.33	2.00
16 a 30 años	0.25	0.50	0.75	1.00	1.33
31 a 49 años	0.13	0.25	0.50	0.75	1.00

Suma	2.63	3.83	5.58	9.08	16.02
1/Suma	0.380	0.261	0.179	0.110	0.062

Tabla 42

Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario

Grupo etario	0 a 5 años y mayores de 65 años	6 a 12 años y de 60 a 65 años	13 a 15 años y de 50 a 60 años	16 a 30 años	31 a 49 años	Vector priorización
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	0.380	0.348	0.358	0.440	0.480	0.401
De 6 a 12 años y de 60 a 65 años	0.285	0.261	0.239	0.220	0.250	0.251
De 13 a 15 años y de 50 a 60 años	0.190	0.196	0.179	0.147	0.125	0.167
De 16 a 30 años	0.095	0.130	0.134	0.110	0.083	0.111
De 31 a 49 años	0.049	0.065	0.090	0.083	0.062	0.070
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 43

Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.014
RC	0.013

4.3.1.2.2 Discapacidad

Tabla 44

Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

Discapacidad	Mental o intelectual	Brazos y piernas	Visual	Auditiva	Habla
Mental o intelectual	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Brazos y piernas	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Visual	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Auditiva	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Habla	0.13	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/Suma	0.453	0.245	0.146	0.095	0.056

Tabla 45

Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad

Discapacidad	Mental o intelectual	Brazos y piernas	Visual	Auditiva	Habla	Vector priorización
Mental o intelectual	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	0.441
Brazos y piernas	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	0.254
Visual	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	0.155
Auditiva	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	0.095
Habla	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	0.054
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 46

Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.009
RC	0.008

4.3.1.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social

Tabla 47

Parámetros utilizados en el factor resiliencia de la dimensión social

Parámetro
Campaña de gestión de riesgo
Tipo de seguro
Actitud frente al riesgo

4.3.1.4 Análisis de los parámetros de resiliencia en la dimensión social

4.3.1.4.1 Tipo de seguro

Tabla 48

Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro

Tipo de seguro	No tiene	SIS	Essalud	FFAA - PNP	Seguro privado y/u otro
No tiene	1.00	2.00	4.00	7.70	20.00
SIS	0.50	1.00	2.00	4.00	7.70
Essalud	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
FFAA -PNP	0.13	0.25	0.50	1.00	2.00
Seguro privado y/u otro	0.05	0.13	0.25	0.50	1.00
Suma	1.93	3.88	7.75	15.20	34.70
1/Suma	0.518	0.258	0.129	0.066	0.029

Tabla 49

Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de seguro

Tipo de seguro	No tiene	SIS	Essalud	FFAA - PNP	Seguro privado y/u otro	Vector priorización
No tiene	0.518	0.515	0.516	0.507	0.576	0.527
SIS	0.259	0.258	0.258	0.263	0.222	0.252
Essalud	0.130	0.129	0.129	0.132	0.115	0.127
FFAA -PNP	0.067	0.064	0.065	0.066	0.058	0.064
Seguro privado y/u otro	0.026	0.033	0.032	0.033	0.029	0.031
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 50

Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.002
RC	0.002

4.3.1.4.2 Campaña en materia de gestión de riesgo

Tabla 51

Matriz de comparación de pares del parámetro campaña en materia de gestión de riesgo

Campaña en materia de gestión de riesgo	Población no cuenta con capacitación	Población capacitada escasamente	Población capacitada regularmente	Población capacitada constantemente	Población capacitada constantemente y actualizándose
Población no cuenta con capacitación	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Población capacitada escasamente	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Población capacitada regularmente	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Población capacitada constantemente	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Población capacitada constantemente y actualizándose	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Tabla 52*Matriz de normalización de pares del parámetro campaña en materia de gestión del riesgo*

Campaña en materia de gestión de riesgo	Población no cuenta con capacitación	Población capacitada escasamente	Población capacitada regularmente	Población capacitada constantemente	Población capacitada constantemente y actualizándose	Vector priorización
Población no cuenta con capacitación	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Población capacitada escasamente	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Población capacitada regularmente	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Población capacitada constantemente	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Población capacitada constantemente y actualizándose	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 53*Índice de consistencia y Relación de consistencia*

IC	0.007
RC	0.006

4.3.1.4.3 Actitud frente al riesgo

Resumimos según encuesta, de la siguiente manera:

Tabla 54*Matriz de comparación del parámetro actitud frente al riesgo*

Actitud de la población	Actitud fatalista	Escasamente previsor	Parcialmente previsor	Previsora con escasa implementación	Previsora con implementación en temas de Gestión de riesgo de desastres
Actitud fatalista	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Escasamente previsor	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
parcialmente previsor	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Previsora con escasa implementación	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Previsora con implementación en temas de Gestión de riesgo de desastres	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Tabla 55*Matriz de normalización de pares del parámetro actitud frente al riesgo*

Actitud de la población	Actitud fatalista	Escasamente previsor	parcialmente previsor	Previsora con escasa implementación	Previsora con implementación en temas de Gestión de riesgo de desastres	Vector priorización
Actitud fatalista	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444

Escasamente previsor	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
parcialmente previsor	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Previsora con escasa implementación	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Previsora con implementación en temas de Gestión de riesgo de desastres	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 56
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.007
RC	0.006

4.3.2 Análisis de la dimensión económica

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica se realiza el análisis jerárquico a cada parámetro, tanto de la fragilidad y resiliencia económica.

El análisis de la dimensión económica permite a identificar las características de las viviendas (estado de la construcción de la edificación, estado de conservación de la edificación, material de estructura predominante y antigüedad de la edificación).

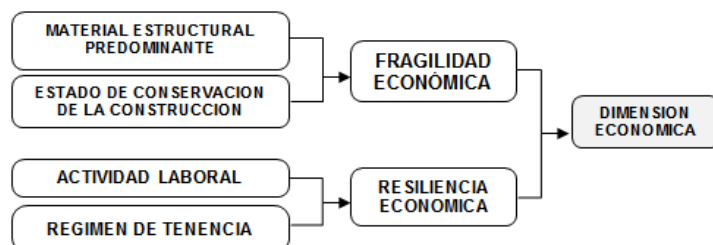


Figura 43. Flujograma de parámetros de dimensión económica

4.3.2.1 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica

Se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 57
Parámetros utilizados en la fragilidad de la dimensión económica

Parámetro	Peso ponderado
Material estructural predominante	0.5
Estado de conservación de la construcción	0.5

Aclaración: No se toma en consideración de forma separada el material de muros, el material de techos en razón a que la tabla de depreciación del “Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” es inaplicable y, por lo tanto, es complejo la estimación del valor de las pérdidas por edificaciones.

4.3.2.2 Análisis de los parámetros de fragilidad en la dimensión económica

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes

4.3.2.2.1 Material predominante de la construcción

Tabla 58

Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de la construcción

Material estructural predominante en la construcción existente	Cartón, estera con puntales de madera	Planchas o prefabricados de madera	Bloquetas artesanales de concreto (sin vibrado)	Ladrillo	Concreto con arena y cemento
Cartón, estera con puntales de madera	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Planchas o prefabricados de madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Broquetas artesanales de concreto (sin vibrado)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladrillo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto con arena y cemento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Tabla 59

Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de la construcción

Material estructural predominante en la construcción existente	Cartón, estera con puntales de madera	Planchas o prefabricados de madera	Bloquetas artesanales de concreto (sin vibrado)	Ladrillo	Concreto con arena y cemento	Vector priorización
Cartón, estera con puntales de madera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503

Planchas o prefabricados de madera	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Bloquetas artesanales de concreto (sin vibrado)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Ladrillo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Concreto con arena y cemento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 60
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.061
RC	0.054

4.3.2.2.2 Estado de conservación de la construcción

Tabla 61
Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación de la construcción

Estado de conservación de la construcción	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Malo	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Bueno	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy bueno	0.13	0.25	0.33	0.50	1.00
Suma	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/Suma	0.453	0.245	0.146	0.095	0.056

Tabla 62
Matriz de normalización de pares del parámetro estado de conservación de la construcción

Estado de conservación de la construcción	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
--	----------	------	---------	-------	-----------	----------------------------

Muy malo	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	0.441
Malo	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	0.254
Regular	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	0.155
Bueno	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	0.095
Muy bueno	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	0.054
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 63
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.009
RC	0.008

4.3.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica

Para una adecuada valoración, se ha recurrido a información existente, referencialmente las del INEI.

4.3.2.3.1 Actividad laboral en el último mes (Número de personas)

Tabla 64
Matriz de comparación de pares del parámetro actividad laboral en el último mes

Actividad laboral	Trabajador familiar no remunerado	Ocupación temporal remunerado	Ocupación albañil con ingreso mínimo	Ocupación técnicos independientes	Empleado público o privado remunerado
Trabajador familiar no remunerado	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Ocupación temporal remunerado	0.50	1.00	2.00	5.00	5.00
Ocupación albañil con ingreso mínimo	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00

Ocupación técnicos independientes	0.20	0.20	0.50	1.00	2.00
Empleado público o privado reenumerado	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
Suma	2.09	3.90	7.75	13.50	19.00
1/Suma	0.478	0.256	0.129	0.074	0.053

Tabla 65

Matriz de normalización de pares del parámetro actividad laboral en el último mes

Actividad laboral	Trabajador familiar no reenumerado	Ocupación temporal reenumerado	Ocupación albañil con ingreso mínimo	Ocupación técnicos independientes	Empleado público o privado reenumerado	Vector priorización
Trabajador familiar no reenumerado	0.478	0.513	0.516	0.370	0.368	0.449
Ocupación temporal reenumerado	0.239	0.256	0.258	0.370	0.263	0.277
Ocupación albañil con ingreso mínimo	0.119	0.128	0.129	0.148	0.211	0.147
Ocupación técnicos independientes	0.096	0.051	0.065	0.074	0.105	0.078
Empleado público o	0.068	0.051	0.032	0.037	0.053	0.048

privado renumerado	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 66
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.024
RC	0.022

4.3.2.3.2 Régimen de tenencia del predio

Tabla 67
Matriz de comparación de pares del parámetro a régimen de tenencia del predio

Régimen de tenencia del predio	40 a 50 pobladores mayores no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	30 a 39 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	20 a 29 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	10 a 19 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	5 a 9 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas
40 a 50 pobladores mayores no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
30 a 39 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
20 a 29 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00

vivienda propia y viven alquiladas						
10 a 19 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00	
5 a 9 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00	
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00	
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056	

Tabla 68

Matriz de normalización de pares del parámetro régimen de tenencia del predio

Régimen de tenencia del predio	40 a 50 pobladores mayores no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	30 a 39 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	20 a 29 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	10 a 19 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	5 a 9 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	Vector priorización
40 a 50 pobladores mayores no cuentan con vivienda propia y están alquiladas	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
30 a 39 pobladores mayores de edad no cuentan con	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262

vivienda propia y están alquiladas							
20 a 29 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153	
10 a 19 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089	
5 a 9 pobladores mayores de edad no cuentan con vivienda propia y viven alquiladas	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053	
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 69
Índice de consistencia y Relación de consistencia

IC	0.01
RC	0.01

4.3.3 Niveles de vulnerabilidad

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ).

Tabla 70
Niveles de vulnerabilidad

Nivel	Rango				
Muy alto	0.259	≤	V	≤	0.456
Alto	0.147	≤	V	<	0.259
Medio	0.084	≤	V	<	0.147
bajo	0.048	≤	V	<	0.084

4.3.4 Estratificación de la vulnerabilidad

Tabla 71
Matriz de estratificación de vulnerabilidad

Nivel	Descripción	Rango
Muy alta	<p>Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años (Muy Alta vulnerabilidad social). Material de construcción: Estera/cartón/plástico/adobe. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 90%. Localización de la edificación: 66.69 metros hasta eje de cause de rio seco Caplina. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Servicios de agua y desagüe: 10% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 10%. Vías urbanas expuestas al 20%. Antigüedad de construcción: de 15 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan muy poca efectividad.</p>	$0.259 \leq V < 0.456$
Alta	<p>Grupo etario: de 6 a 12 años y de 60 a 65 años (Alta Vulnerabilidad Social). Material de construcción: Madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: Mayor a entre 66.69 hasta 86.25 metros del eje de cause de rio seco Caplina, es decir en llanura o franja de inundación. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Servicios de agua y desagüe: 7% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 7%. Vías urbanas expuestas al 20%. Antigüedad de construcción: de 10 a 15 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan poca efectividad.</p>	$0.147 \leq V < 0.259$

Media	<p>Grupo etario: de 13 a 15 y de 50 a 59 años (Vulnerabilidad social Media). Material de construcción: Bloqueta artesanal. Estado de conservación de la edificación: Regular. Incumplimiento parcial de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: 60%. Localización de la edificación: A 120 metros del eje de cause del rio seco Caplina. Servicios de agua y desagüe: 5% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 5%. Vías Urbanas expuestas al 15%. Antigüedad de construcción: de 5 a 10 años. PEA semi desocupada: con acceso y permanencia temporal en un puesto de trabajo, técnicos de mando medio. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan aceptable efectividad.</p>	$0.084 \leq R < 0.147$
Baja	<p>Grupo etario: de 16 a 49 años (Baja Vulnerabilidad social).. Material de construcción: Ladrillo y concreto armado. Estado de conservación de la edificación: Muy bueno o Bueno. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente menor al 30 a 40%. Localización de la edificación: alejada a cause de rio seco Caplina a más de 150 metros. Servicios de agua y desagüe: 3% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 4%. Vías Urbanas expuestas al 10%. Antigüedad de construcción: de 1 a 5 años. PEA: Acceso y permanencia en un puesto de trabajo asalariado. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan alta efectividad.</p>	$0.048 \leq R < 0.084$

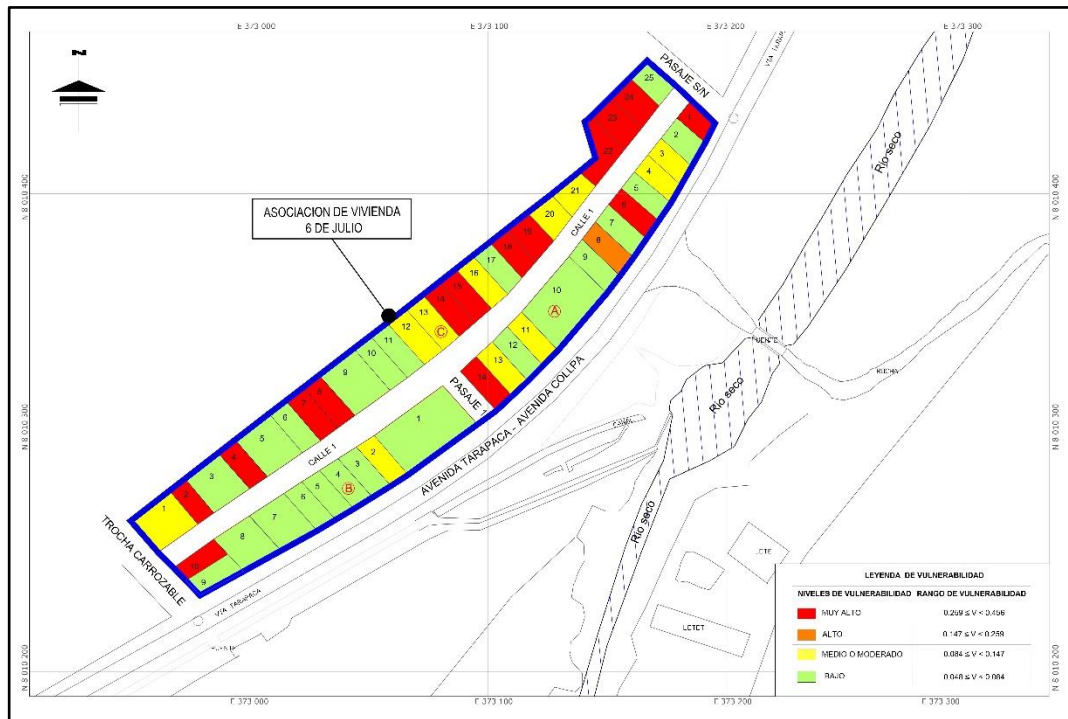


Figura 44. Mapa de vulnerabilidad

4.4 Cálculo de riesgo

4.4.1 Niveles de riesgo

Los niveles de riesgos originados por flujo de detritos en la Asociación de Vivienda 6 de Julio son los siguientes:

Tabla 72
Niveles de riesgo

Nivel	Rango		
Muy alto	0.0688	≤ R ≤	0.2243
Alto	0.0202	≤ R <	0.0688
Medio	0.0057	≤ R <	0.0202
Bajo	0.0016	≤ R <	0.0057

4.4.2 Estratificación de nivel del riesgo

Tabla 73

Estratificación de la matriz de riesgo

Nivel	Descripción	Rango
Muy alto	Relieve topográfico en Asociación de Vivienda 6 de Julio poco propicio para inundación de solo un 10% como AREA SUSCEPTIBLE en riesgo de desastres. Se requiere mayores trabajos de limpieza que mitigue los efectos de escorrentías en escenario de riesgo. Inundación: Precipitaciones anómalas y excepcionales vinculadas al Fenómeno del Niño o Mega Niño con periodo de retorno mayor a 100 años). Lluvias torrenciales en partes altas de la Cuenca del Caplina, con pendiente cercana al escenario en riesgo mayor a 15 grados, asociados a geomorfología de zona en estudio.	0.0688 ≤ R < 0.243
	Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años (Muy Alta vulnerabilidad social). Material de construcción: Estera/cartón/plástico/adobe. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 90%. Localización de la edificación: 66.69 metros hasta eje de cause de rio seco Caplina. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Servicios de agua y desagüe: 10% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 10%. Vías urbanas expuestas al 20%. Antigüedad de construcción: de 15 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan muy poca efectividad.	

Relieve propicio para inundación del 7.5% del escenario en riesgo (solo en evento extraordinario en Asociación de Vivienda 6 de Julio). Tipo de suelo arenoso con grava. Inundación: Solo precipitaciones anómalas y excepcionales vinculadas al Fenómeno del Niño con periodo de 100 años). Lluvias intensas en partes altas de la Sub Cuenca del Caplina, con pendiente cercana al escenario en riesgo entre 10 a 15 grados, asociados a geomorfología.

Alto

Grupo etario: de 6 a 12 años y de 60 a 65 años (Alta Vulnerabilidad Social). Material de construcción: Madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: Mayor a entre 66.69 hasta 86.25 metros del eje de cause de rio seco Caplina, es decir en llanura o franja de inundación Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Servicios de agua y desagüe: 7% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 7%. Vías urbanas expuestas al 20%. Antigüedad de construcción: de 10 a 15 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan poca efectividad.

$0.0202 \leq R < 0.0688$

Relieve propicio para inundación del 5% del escenario en riesgo de desastres. Tipo de suelo arenoso con grava. Inundación: Solo precipitaciones anómalas vinculadas al Fenómeno del Niño con periodo de 50 a 100 años. Lluvias fuertes en partes altas de la Cuenca del Caplina, con pendiente cercana al escenario en Riesgo mayor a 5 y menor a 10 grados, asociados a geomorfología relativamente plana con depósitos aluviales (P_at) y Geología de la Formación Huaylillas Superior (PN_mo_s) no visible en el escenario de riesgo.

Medio

Grupo etario: de 13 a 15 y de 50 a 59 años (Vulnerabilidad social Media). Material de construcción: Bloqueta artesanal Estado de conservación de la edificación: Regular. Incumplimiento parcial de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: 60%. Localización de la edificación: A 120 metros del eje de cause del rio seco Caplina. Servicios de agua y desagüe: 5% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 5%. Vías Urbanas expuestas al 15%. Antigüedad de construcción: de 5 a 10 años. PEA semi desocupada: con acceso y permanencia temporal puesto de trabajo, técnicos de mando medio. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan aceptable efectividad

$0.0057 \leq R < 0.0$
202

Relieve propicio para inundación del 2% en zona cercana (via publica). Tipo de suelo arenoso gravoso. Inundación: Solo precipitaciones anómalas vinculadas al Fenómeno del Niño o Mega Niño con periodo de retorno menor al 50% años). Pendiente cercana al escenario en riesgo mayor a 2 y menor de 5 grados, asociados a geomorfología relativamente plana y geología con terraza aluvial reciente (T_al_O) en el escenario en riesgo.

Grupo etario: de 16 a 49 años (Baja Vulnerabilidad social). Material de construcción: Ladrillo y concreto armado. Estado de conservación de la edificación: Muy bueno o Bueno. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente menor al 20%. Localización de la edificación: alejada a cause de rio seco Caplina. Servicios de agua y desagüe: 5% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 5%. Vías urbanas expuestas al 10%. Antigüedad de construcción: de 1 a 5 años. PEA: Acceso y permanencia en un puesto de trabajo asalariado. Organización y capacitación institucional en GRD: presentan alta efectividad.

Bajo

$$0.0016 \leq R < 0.0057$$

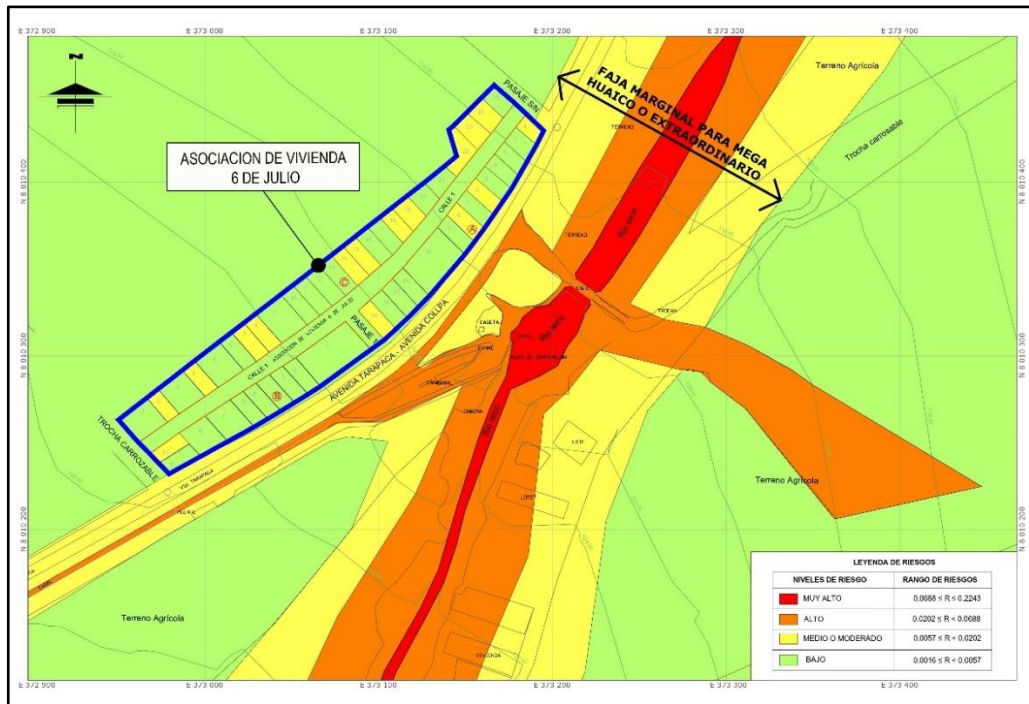


Figura 45. Mapa de riesgo

4.4.3 Matriz de riesgos

Se presenta a continuación la matriz de riesgos

Tabla 74
Matriz de riesgo

PMA	0.2660	0.0127	0.02230	0.03910	0.06889
PA	0.1380	0.0662	0.01150	0.02028	0.0357
PM	0.0690	0.0033	0.00579	0.00100	0.0178
PB	0.0350	0.00168	0.00290	0.00510	0.0090
		0.0480	0.0840	0.1470	0.2590
		VB	VM	VA	VMA

4.4.4 Calculo de efectos probables

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia del evento analizado, a consecuencia del impacto del peligro por flujo de detritos.

Para el cálculo de las eventuales pérdidas en afectaciones a las viviendas, se utilizarán las siguientes disposiciones:

CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACION PARA LA COSTA (EXCEPTO LIMA METROPOLITANA Y CALLAO) Vigente desde el 01 al 31 de Enero del 2024							
Resolución Directoral N° 027 -2023-VIVIENDA/VMVU-DGPRVU publicada el 17 de noviembre de 2023							
VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE ÁREA TECHADA							
CATEGORÍA	ESTRUCTURAS		ACABADOS			INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS (7)	
	MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)		BAÑOS (6)

Figura 46. Cuadro de valores unitarios de edificación

Para la Asociación de Vivienda 6 de Julio, se estiman las probables pérdidas ante el escenario de riesgo por flujo de detritos por el monto de S/. 16 810.00 aproximadamente, detallado en los siguientes cuadros.

Tabla 75
Afectación en viviendas

Centros poblados	N° viviendas afectadas	Costo unitario S/. x m2	Total S/.
Asociación de Vivienda 6 de Julio	3 viviendas (20m ² por lote afectado) (en total sería 60.00 m ²)	200.00	12 000.00

Tabla 76
Afectación de agua potable

Centros poblados	Infraestructura de agua (daños para reparar)	Costo unitario S/. x ml	Total S/.
Asociación de Vivienda 6 de Julio	50 m.l.	50.00	2 500.00

Tabla 77
Afectación de alcantarillado sanitario

Centros poblados	Infraestructura del alcantarillado sanitario	Costo global S/.	Total S/.
Asociación de Vivienda 6 de Julio	30m.l. en reparación.	20.00	600.00
	3 buzones en reparación.	70.00	<u>210.00</u>
			Total =810.00

Tabla 78
Afectación de alumbrado eléctrico

Centros poblados	Infraestructura del alumbrado eléctrico	Costo global S/.	Total S/.
Asociación de Vivienda 6 de Julio	No hay exposición.	0.00	0.00

Tabla 79
Afectación de red vial existente

Centros poblados	Infraestructura vial asfaltada	Costo global S/. x jornal Limpieza comunal	Total S/.
Asociación de Vivienda 6 de Julio	50 m.l.	30.00	1 500 .00

4.5 Control del riesgo

4.5.1 Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Tabla 80
Niveles de consecuencias o daños

Valor	Niveles de riesgo	Descripción de consecuencias del impacto
4	Muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural (Flujo de detritos) pueden ser gestionadas con apoyo externo a los afectados/damnificados. En este caso, la MUNICIPALIDADES DISTRITAL DE CALANA Y PROVINCIAL DE TACNA.
2	Media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles de los afectados.

1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.
----------	-------------	---

Tabla 81
Niveles de frecuencia de ocurrencia

Nivel	Probabilidad de ocurrencia	Descripción de frecuencia de ocurrencia
4	Muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias..
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias.
2	Media	Puede ocurrir en periodos de tiempo muy largos según las circunstancias (Presente caso).
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Tabla 82
Matriz de niveles de consecuencias y daños

Consecuencias	Nivel de riesgo	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Medio	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Medio	Medio	Alta	Alta
Bajo	1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia de ocurrencia	Bajo	Medio	Alta	Muy alta

Tabla 83
Medidas cualitativas de consecuencias y daño

Nivel	Descriptor	Descripción
--------------	-------------------	--------------------

4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros.
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.
1	Bajo	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.

Tabla 84
Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Tolerable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Tabla 85
Nivel de priorización, según descriptor de riesgo

Valor	Descriptor de riesgo	Nivel de priorización de intervención
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II

2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Valoración de lo anterior se obtiene que el nivel de priorización de intervención es II – Inaceptable.

4.5.2 Medidas de control del riesgo

4.5.2.1 Medidas estructurales

Obras de protección

- Construcción de sobre cajuelas en puente Santa Rita como medida de protección a desborde a huaico extremo.
- Protección y limpieza permanente del cauce del río seco mediante la construcción de refuerzos laterales.
- Construcción de dren pluvial en frentera colindante a la Avenida Collpa.

Otras intervenciones estructurales

- Protección de riveras con diques: Ello a fin evitar el desborde y erosión de bordes a causa del flujo de agua. Puede ser con rocas, gaviones, concreto, gaviones, geobolsas, geotubos.

- Protección de riveras con espigones: La protección podría ser con estructuras transversales al flujo de los detritos, con espigones, gaviones, roca, etc.
- Reductores de flujo: Consiste en la instalación de muros laterales y disipadores de energía utilizando diques, piedras y rollizos para reducir la velocidad del flujo y controlar los sedimentos.
- Descolmatación del cauce: Consiste en la extracción del material que es transportado por la avenida en la temporada de lluvia el cual se deposita en el cauce mismo reduciendo la caja hidráulica de la misma.

4.5.2.2 Medidas no estructurales

Medidas permanentes

- Regulación del uso del suelo (zonificación).
- Capacitación en materia de gestión del riesgo (Defensa civil).
- Mapa comunitario de riesgos de la Asociación.
- Plan familiar de Defensa civil.
- Construir con licencia de edificación.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de Defensa civil y a eventos por inundación pluvial por flujo de detritos.
- Instalar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) por inundación pluvial por fenómeno meteorológico extraordinario (Mega Niño), que genere una

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Por las condiciones geodinámicas que se presentan en la zona, como son pequeñas escarpas irregulares y probables flujos en caso de lluvias excepcionales vinculado a fenómeno El Niño y Niño extraordinario respectivamente. esta zona es considerada como bajo a nivel medio.
- El área de estudio afectada tiene vulnerabilidad baja en 45% y media en 22% debido a la presencia de viviendas de material precario.
- Dado que la zona urbana, se encuentra parcialmente expuesto al peligro natural “flujo de detritos” hace necesarios la toma de medidas estructurales y no estructurales in situ, como resultado de la evaluación de riesgo:

Riesgo bajo (zona alejada de cauce de río seco, que comprende al 56% de predios de la manzana C y 79% de las manzanas A y B).

Riesgo medio (zona de faja marginal).

Riesgo alto (zona de cauce del río seco).

- En zona próxima a la faja marginal del cauce del río seco, para que se active tendría que presentarse precipitación significativa entre los 0 y 1200 msnm, situación que para la zona no es recurrente a pesar de asociarse este comportamiento a los fenómenos de El Niño o un Mega Niño que ocurren en partes altas de la región Tacna.
- Realizadas las evaluaciones, se observa que el puente Santa Rita ubicada en zona aledaña de la Asociación de Vivienda 6 de Julio funcionaria como diques, que a su vez, originaría anegamiento de la zona con el respectivo arrastre de materiales hacia la parte baja
- Litológicamente, la Asociación de vivienda 6 de Julio, se encuentra asentada sobre depósitos aluviales compuesto por arenas gravosas compactas. El origen de los depósitos corresponde a antiguas ocurrencias de flujos de grava provenientes de la pampa de Huaylillas. La pendiente del terreno es suave, menor a 15°.

5.2 Recomendaciones

- La autoridad debe de aplicar las disposiciones contenidas en el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1356, que aprueba la Ley General de Drenaje Pluvial. Artículo 4.- Obligatoriedad de la infraestructura de drenaje pluvial en toda habilitación urbana nueva o edificación, acorde a los planes de

desarrollo con enfoque de gestión de riesgo de desastres, que existan en su jurisdicción.

- El gobierno local representado en el presente caso por la Municipalidad distrital de Calana y Pocollay deberán promover, gestionar y liderar los trabajos de prevención, mitigación y reducción de los riesgos determinados en la Asociación de Vivienda 6 de Julio y otras Asociaciones ubicados en zonas de riesgo medio, para lo cual podrán mancomunarse en una alianza estratégica.
- No permitir la realización de trabajos de explotación anárquica e irracional que alteran los bordes del cauce natural.
- Implementar y promover una cultura de prevención de desastres (señalización de rutas de escape y zonas seguras, simulacros con la población, etc.), mediante charlas y talleres de sensibilización ante peligros geológicos, en los diferentes niveles de la población de la Asociación de Vivienda 6 de Julio en el distrito de Calana y otros centros poblados emplazados cercana al cauce del río seco.
- Implementación de una Ordenanza Municipal o Regional con el objetivo de capacitación en temas de gestión del riesgo de desastres.
- Incorporar el presente estudio en los contenidos del PDU de la Municipalidad distrital de Calana (zonificación de usos de suelo urbano y área circundante) en el marco de los alcances conferidos en el Reglamento

de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible u otra normatividad complementaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguaron, J., & Moreno-Jimenez, J. M. (2003). The geometric consistency index: Approximated thresholds. *European Journal of Operational Research*, 147(1), 137-145.

Amézquita, C. P., Pérez, A., & Torres, P. (2014). EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MARCO DE UN PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA. *Revista EIA*, 21, 157-169.

Asencios, J., & Ato, M. (2015). Propuesta Metodológica para la Evaluación Semicuantitativa de Riesgo de Desastres con fines de Ordenamiento Territorial, en el Distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Departamento de Ancash. *Repositorio de Tesis - UNMSM*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4400>

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2021). *DIAGNÓSTICO, DISEÑO DE LA ESTRATEGIA Y PLANES DE SENSIBILIZACIÓN PARA LA FORMACIÓN Y DESARROLLO DE UNA NUEVA CULTURA DEL AGUA EN EL ÁMBITO DE 10 CUENCAS DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO*. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/71/ANA0000665.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carreño, M. (2006). Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos: Acciones ex ante y ex post [Doctoral thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. En *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93553>

Castro, R., Tavera, H., & Bejarano, L. (2021). *Análisis y evaluación histórica de lluvias extremas en la región Tacna*. https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/5034/IGP_2021_Analisis-evaluacion-historica-de-lluvias-extremas-Tacna.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>

CENEPRED. (2018). *Guía para la Evaluación del Riesgo en el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. <https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/1867432-guia-para-la-evaluacion-del-riesgo-en-el-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-y-alcantarillado-sanitario>

CORREO. (2019). *Baños termales de Calientes afectado por huaico*. NOTICIAS CORREO. <https://diariocorreop.pe/edicion/tacna/banos-termales-de-calientes-afectado-por-huaico-869730/>

Diario Oficial El Peruano. (2012). *LEY N° 29869—LEY DE REASENTAMIENTO POBLACIONAL PARA ZONAS DE MUY ALTO RIESGO NO MITIGABLE*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-de-reasentamiento-poblacional-para-zonas-de-muy-alto-rie-ley-n-29869-794288-2/>

EIRD. (2005). *Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres*. <https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>

García, W., Suárez, Y., & Herbas, E. (2017). Evaluación del riesgo y medidas de mitigación para eventos de inundación en el Municipio de Santa Ana Del Yacuma (Beni, Bolivia). *Acta Nova*, 8(2), 165-185.

Gómez, E., & Hidalgo, N. (2012). Caracterización y análisis de los huaycos del 5 de abril del 2012 Chosica- Lima. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 15(29), Article 29. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v15i29.2206>

INDECI. (2004). *Mapa de peligros de la ciudad de Tacna*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/1036>

INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*.
<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319.htm>

INGEMMET. (2020). Evaluación de peligros geológicos en las quebradas del Diablo y Caramolle en Tacna. Región Tacna, provincia Tacna, Alto de la Alianza y Ciudad Nueva. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2780>

Llano, J. (1975). *Mecánica de suelos*. Editores Técnicos Asociados.

Lozano, O. (2011). *Guía metodológica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la planificación del desarrollo*.
<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2137/doc2137.htm>

Lulle, T., & Lampis, A. (2013). Ciudad y resiliencia: Una cuestión al estilo de Esche. *Territorios*, 28, Article 28.

Mardones, M., & Vidal, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: Un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. *EURE (Santiago)*, 27(81), 97-122. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612001008100006>

Mendoza, G. (2011). *LOS FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA FITOSANITARIA* (pp. 121-137).
<https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/3231>

Meza, M., Rodríguez, A., Corvacho, O., & Tapia, A. (2014). ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE MICROCUENCAS AFECTADAS POR FLUJOS DE DETRITOS BAJO PRECIPITACIÓN INTENSA EN LA QUEBRADA DE CAMIÑA, NORTE GRANDE DE CHILE. *Diálogo andino*, 44, 15-24. <https://doi.org/10.4067/S0719-26812014000200003>

Moreno, H., Vélez, M., Montoya, J., & Rhenals, R. (2006). LA LLUVIA Y LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN ANTIOQUIA: ANÁLISIS DE SU OCURRENCIA EN LAS ESCALAS INTERANUAL, INTRAANUAL Y DIARIA. *Revista EIA*, 5, 59-69.

Mugerza, I. (2003). *Inundaciones*. *Euskonews & Media*.
<https://www.euskonews.eus/0204zbk/gaia20405es.html>

Municipalidad Distrital de Calana. (2017). *CAPITULO I. CONSIDERACIONES GENERALES DEL PLAN URBANO DISTRITAL DE CALANA*.
<https://www.studocu.com/en-gb/document/university-of-nottingham/tax-law-a/6-diagnostico-plan-urbano/20352924>

Neyra, F. (2016). *ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES DE RIESGO DE DESASTRES Y VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN TACNA*.
https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Documentos/evar_tacna.pdf

Organizacion Panamericana de la Salud. (1998). Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario—Guías para el análisis de vulnerabilidad. *OPS. Serie Mitigación de Desastres*; 1998.
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/35228>

Pagaza, E. (2021). *Evaluación de riesgos por sismo, flujo de detritos e inundación en el asentamiento humano 03 de octubre, en Chosica, Distrito de Lurigancho, Lima*.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4552>

Peña, F., Cotrina, G., & Acosta, H. (2009). Hidrogeología de la cuenca del río Caplina—Región Tacna. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/368>

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). *Movimientos en Masa de la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas*.
<https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2792>

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=wct10TlbbIUC&oi=fnd&pg=PT1&dq=Saaty,+Thomas+L.,+The+Analytic+Hierarchy+Process,+McGraw-Hill,+1981.&ots=_D6xWX1CBf&sig=86_mo2Y9Y_3dY1WI2UID27CEuQg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Sandoval, V., & Sarmiento, J. (2020). A neglected issue: Informal settlements, urban development, and disaster risk reduction in Latin America and the Caribbean. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 29(5), 731-745. <https://doi.org/10.1108/DPM-04-2020-0115>

SENAMHI. (2020). Análisis del periodo lluvioso 2019—2020 a nivel nacional. *Repositorio Institucional - SENAMHI*. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/475>

Tibaduiza, M., Cardona, O., & Barbat, A. (2004). *Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3886.6240>

Torres, P., Castro, G., & Torres, P. (2021). Asentamientos informales y resiliencia comunitaria. Itinerarios para su evaluación ante riesgos de desastres. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 8(1), 129-146.

Toskano, G. (2005). *El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/basic/toskano_hg/contenido.htm

Vargas, G. (1999). *Guía técnica para la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa*. Cooperación Colombo-Alemana, Proyecto Río Guatiquía, PRG - GTZ. <https://www.worldcat.org/es/title/guia-tecnica-para-la-zonificacion-de-la-susceptibilidad-y-la-amenaza-por-movimientos-en-masa/oclc/255476530>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

ANEXO 2: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

ANEXO 3: PLANO PERIMÉTRICO Y LOCALIZACIÓN

ANEXO 4: PLANO DE LOTIZACIÓN

ANEXO 5: PLANO DE CONEXIONES SERVICIO DE AGUA POTABLE

ANEXO 6: PLANO DE CONEXIONES SERVICIO DE ALCANTARILLADO

ANEXO 7: PLANO DE CONEXIONES SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

ANEXO 8: PLANO DE VIAS

ANEXO 09: PLANO DE ESTADO DE CONSERVACIÓN EN EDIFICACIONES

ANEXO 10: PLANO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO DE MANZANA TÍPICA

ANEXO 11: PLANO AMPLIFICACIÓN SÍSMICA LOCAL

ANEXO 12: PLANO GEOMORFOLOGICO

ANEXO 13: PLANO GEOLÓGICO

ANEXO 14: PLANO ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICO-
GEOTECNICOS

ANEXO 15: PLANO DE CUENCAS Y SUB CUENCAS

ANEXO 16: PLANO DE ZONIFICACION DE PELIGROS CLIMATICOS

ANEXO 17: PLANO TOPOGRÁFICO A CURVAS DE NIVEL

ANEXO 18: PLANO DE PELIGROS POR FLUJO DE DETRITOS

ANEXO 19: PLANO DE VULNERABILIDAD POR ESTADO DE
CONSERVACION Y MATERIAL ESTRUCTURAL

ANEXO 20: PLANO DE VULNERABILIDAD POR DIMENSIÓN SOCIAL Y
ECONÓMICA

ANEXO 21: PLANO DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS
EXTRAORDINARIO Y LLUVIAS FUERTES

ANEXO 22: PLANO DE MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO ESTRUCTURAL
Y NO ESTRUCTURAL

ANEXO 23: PLANO DE EVACUACIÓN

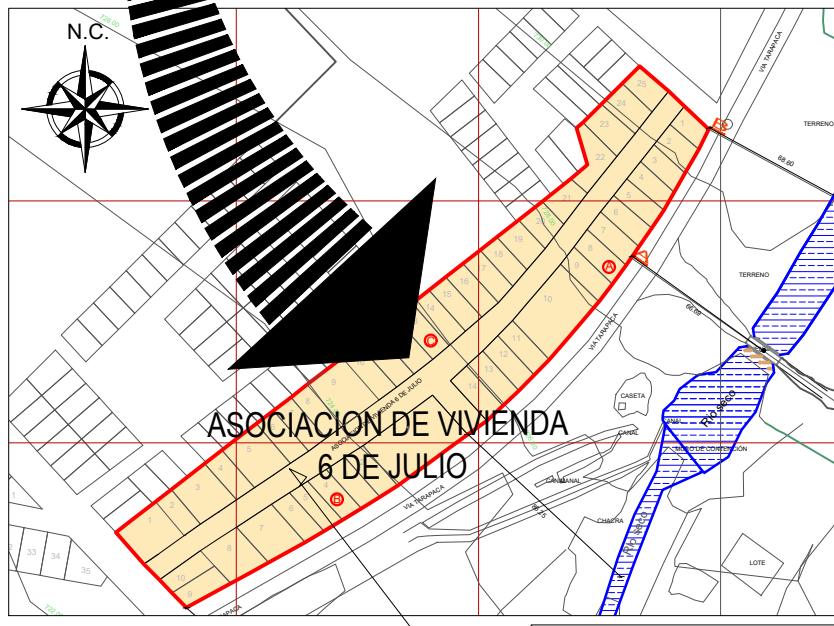
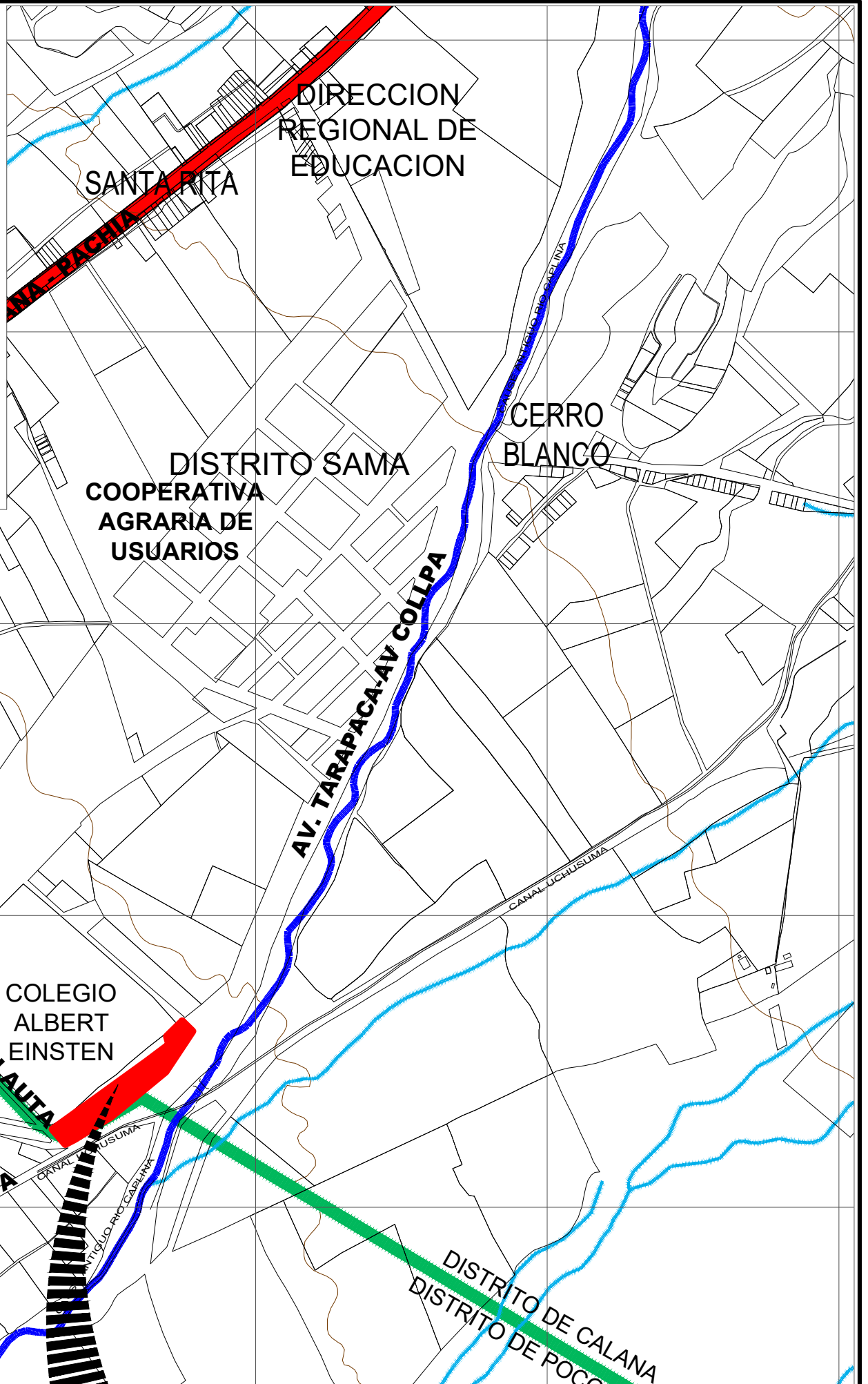
ANEXO 24: FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA

Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO TACNA

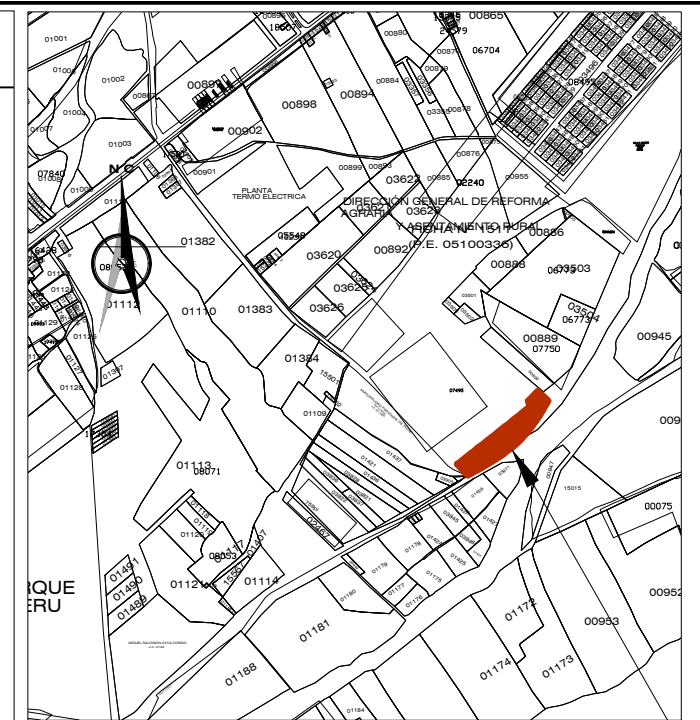
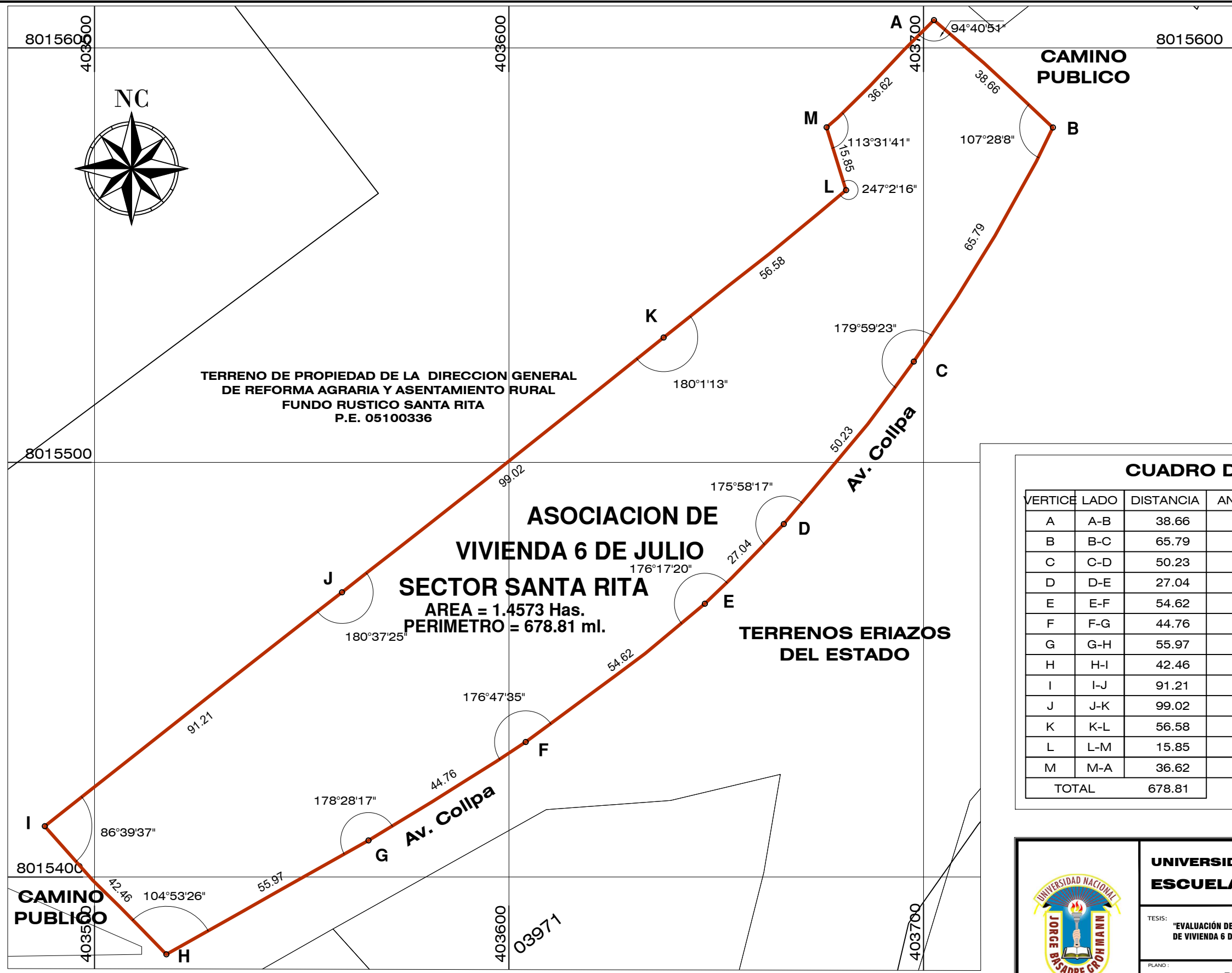
Definición del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente Evaluación de riesgos	Tipo de Investigación Aplicada
¿Cómo podemos identificar y determinar los niveles de riesgos originados por flujo de detritos?	Identificar y determinar los niveles de riesgos originados por flujo de detritos en la Asociación de Vivienda 6 de Julio y entorno geográfico utilizando método multicriterio, mediante la aplicación de proceso jerárquico.	El nivel de riesgo originado por flujo de detritos es alto en la Asociación de Vivienda 6 de Julio, distrito de Calana, provincia y departamento Tacna.	Indicadores de la V.I. Nivel de peligro Nivel de vulnerabilidad Nivel de riesgo	Nivel de investigación Integrativo y comprensivo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Población y muestra
¿Cómo podemos y caracterizar la peligrosidad?	Caracterizar la peligrosidad identificando elementos expuestos en área susceptible.	El nivel alto de peligro por flujo de detritos ocasiona pérdidas en la Asociación de Vivienda 6 de Julio	Plan correctivo del riesgo por flujo de detritos	Población Distrito de Calana
¿Cómo analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos?	Analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos en lo social y económico.	El nivel alto de vulnerabilidad por flujo de detritos ocasiona pérdidas en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.	Indicadores de la V.I. Procesamiento de información y reconocimiento en campo	Muestra Asociación de Vivienda 6 de Julio
¿Cómo determinar el nivel de riesgo?	Determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos por flujo de detritos en función del peligro y vulnerabilidad.	El nivel alto de riesgo por flujo de detritos ocasiona pérdidas en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.		
¿Qué medidas implementar de acuerdo al nivel de riesgo obtenido?	Recomendar la implementación de medidas estructurales y no estructurales.	La implementación de medidas estructurales y no estructurales garantizan un mejor plan de gestión correctivo vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en la Asociación de Vivienda 6 de Julio.		

MAPA DEPARTAMENTAL DE TACNA



PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO CALANA

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		LÁMINA: U-01
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
PLANO: PLANO DE UBICACION	PROYECCION: UTM, ZONA 19B	FUENTE: PSAD - 56	ESCALA: INDICADA
FECHA: ENERO 2024	UBICACION: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	ORGANISMO: IGN, INDECI, OEABI - GRT- COFOPRI	



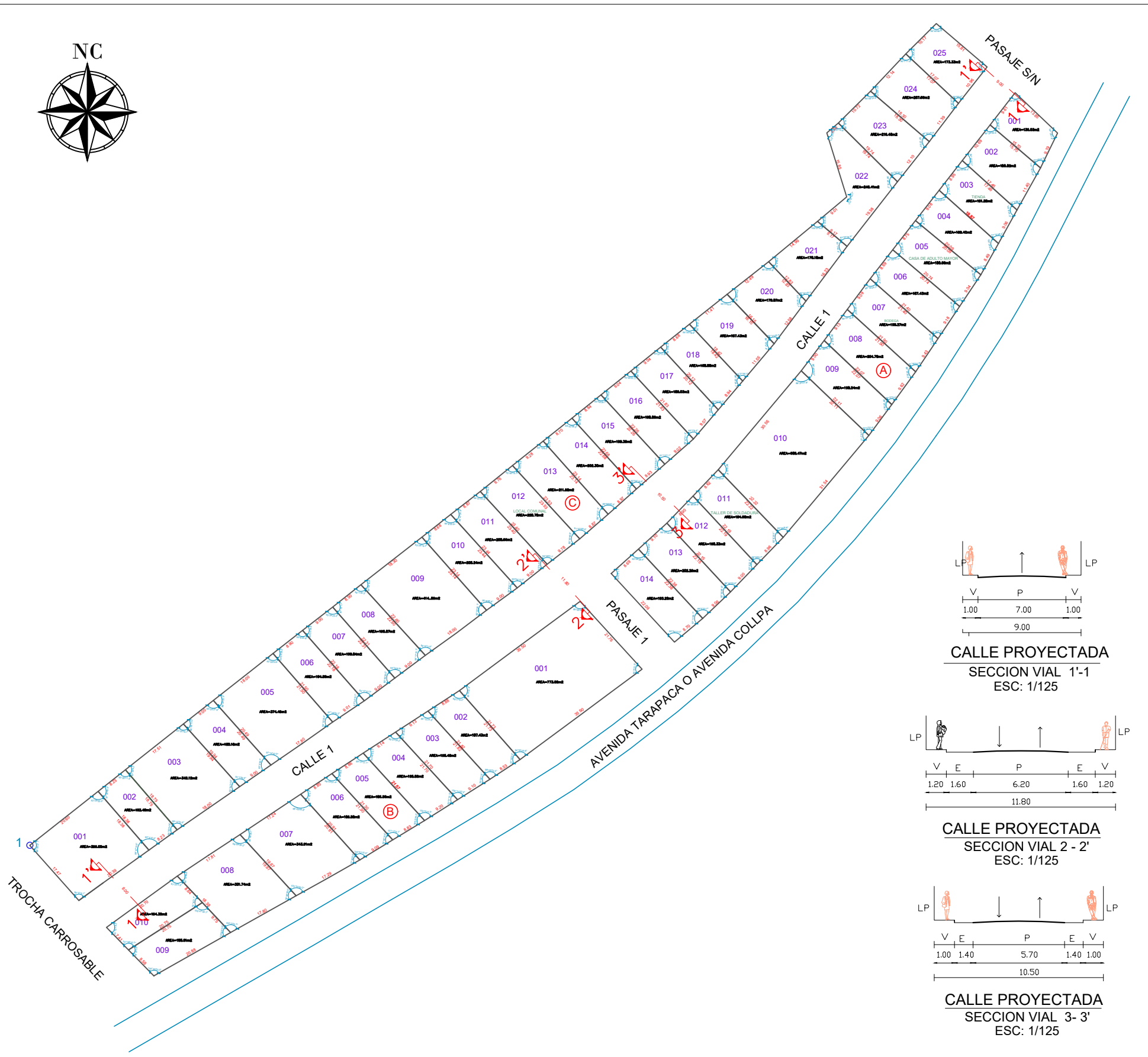
PLANO DE LOCALIZACION
CALANA ESC. :20 000

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	38.66	94°40'51"	403702.5157	8015606.6983
B	B-C	65.79	107°28'8"	403731.2057	8015580.8003
C	C-D	50.23	179°59'23"	403697.6357	8015524.3203
D	D-E	27.04	175°58'17"	403666.2857	8015485.1003
E	E-F	54.62	176°17'20"	403647.2378	8015465.9180
F	F-G	44.76	176°47'35"	403604.0257	8015432.5403
G	G-H	55.97	178°28'17"	403566.0957	8015408.7903
H	H-I	42.46	104°53'26"	403517.3257	8015381.3303
I	I-J	91.21	86°39'37"	403487.9957	8015412.2303
J	J-K	99.02	180°37'25"	403559.6857	8015468.6303
K	K-L	56.58	180°1'13"	403637.2959	8015530.1203
L	L-M	15.85	247°2'16"	403681.2857	8015565.7003
M	M-A	36.62	113°31'41"	403676.6057	8015580.8403
TOTAL		678.81			

PLANO PERIMETRICO
CALANA ESC. :1000

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		P-01
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
	LÁMINA:		
PLANO: PERIMÉTRICO Y LOCALIZACIÓN			
PROYECCION: UTM, ZONA 19S	DATUM: PSAD - 56	FUENTE: ELABORACION PROPIA	
FECHA: ENERO 2024	ESCALA: INDICADA	UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	

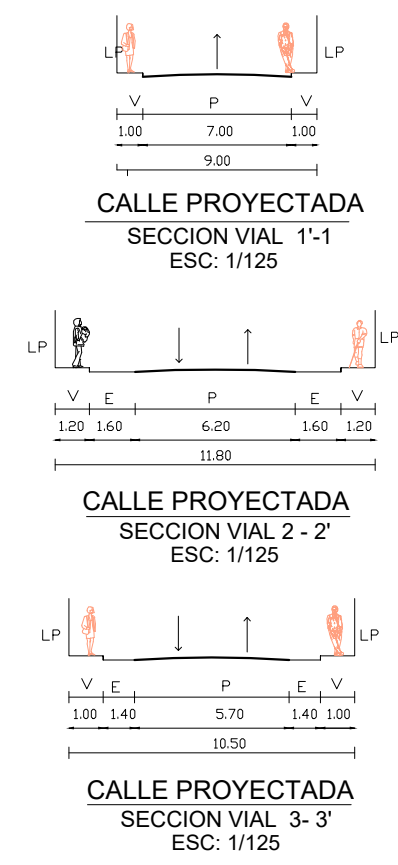


PLANO DE LOTIZACIÓN
ESCALA 1:500

MANZANA A					
Lotes	Area(m2)	Frete(m)	Fondo(m)	L. Derecho(m)	L. Izquierdo(m)
1	136.03	9.19	9.61	13.85	15.70
2	180.82	11.40	10.69	15.70	17.46
3	161.25	9.06	8.95	17.46	18.87
4	169.40	8.49	9.08	18.87	20.09
5	180.96	9.04	8.75	20.09	20.74
6	187.43	9.18	8.69	20.74	21.40
7	199.27	9.43	9.09	21.40	21.90
8	204.78	9.62	9.13	21.90	22.07
9	198.24	9.06	9.00	22.07	22.11
10	685.47	31.54	30.56	22.11	22.22
11	194.98	8.96	8.62	22.22	22.19
12	198.33	9.00	8.90	22.19	22.15
13	202.26	9.06	9.10	22.15	22.38
14	193.20	8.70	8.69	22.38	22.09

MANZANA "B"					
Lotes	Area(m2)	Frete(m)	Fondo(m)	L. Derecho(m)	L. Izquierdo(m)
1	773.05	35.90	35.50	21.76	21.73
2	187.43	8.53	8.88	21.73	21.82
3	195.48	9.10	9.13	21.82	21.70
4	195.56	9.20	9.14	21.70	21.57
5	186.56	8.83	8.86	21.57	21.30
6	186.58	9.09	8.85	21.30	20.91
7	343.91	17.29	17.24	20.91	19.67
8	331.74	17.80	17.81	19.67	18.38
9	185.91	8.58	9.75	20.88	20.75
10	164.30	7.41	8.64	20.75	20.70

MANZANA "C"					
Lotes	Area(m2)	Frete(m)	Fondo(m)	L. Derecho(m)	L. Izquierdo(m)
1	366.00	20.39	20.60	18.38	17.47
2	152.45	8.23	8.23	18.75	18.38
3	342.12	18.00	17.51	19.94	18.75
4	180.16	9.00	9.00	20.49	19.94
5	374.46	17.80	18.00	21.50	20.49
6	194.59	9.01	8.90	22.18	21.50
7	199.84	9.00	9.01	22.31	22.18
8	195.87	9.00	8.50	22.60	22.31
9	414.56	18.00	18.30	23.14	22.60
10	205.24	9.00	8.68	23.44	23.14
11	208.66	9.00	8.87	23.40	23.44
12	228.78	9.78	9.76	23.53	23.40
13	211.68	8.87	9.28	23.14	23.53
14	202.30	8.97	8.70	22.68	23.14
15	199.36	8.93	8.84	22.26	22.68
16	198.86	9.02	9.04	21.83	22.26
17	189.03	9.07	9.04	20.12	21.83
18	168.88	8.94	8.68	18.42	20.12
19	197.43	11.55	11.41	16.15	18.42
20	179.87	12.58	12.49	12.83	16.15
21	170.18	16.23	14.99	9.17	12.83
22	246.41	19.38	28.45	19.74	9.17
23	216.45	12.10	10.72	18.30	19.74
24	207.69	11.39	12.14	17.07	18.30
25	173.33	10.96	10.17	15.81	17.07



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

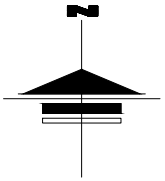
PLANO: **PLANO DE LOTIZACIÓN**

PROYECCION: UTM, ZONA 19S DATUM: PSAD - 56 FUENTE: ELABORACION PROPIA

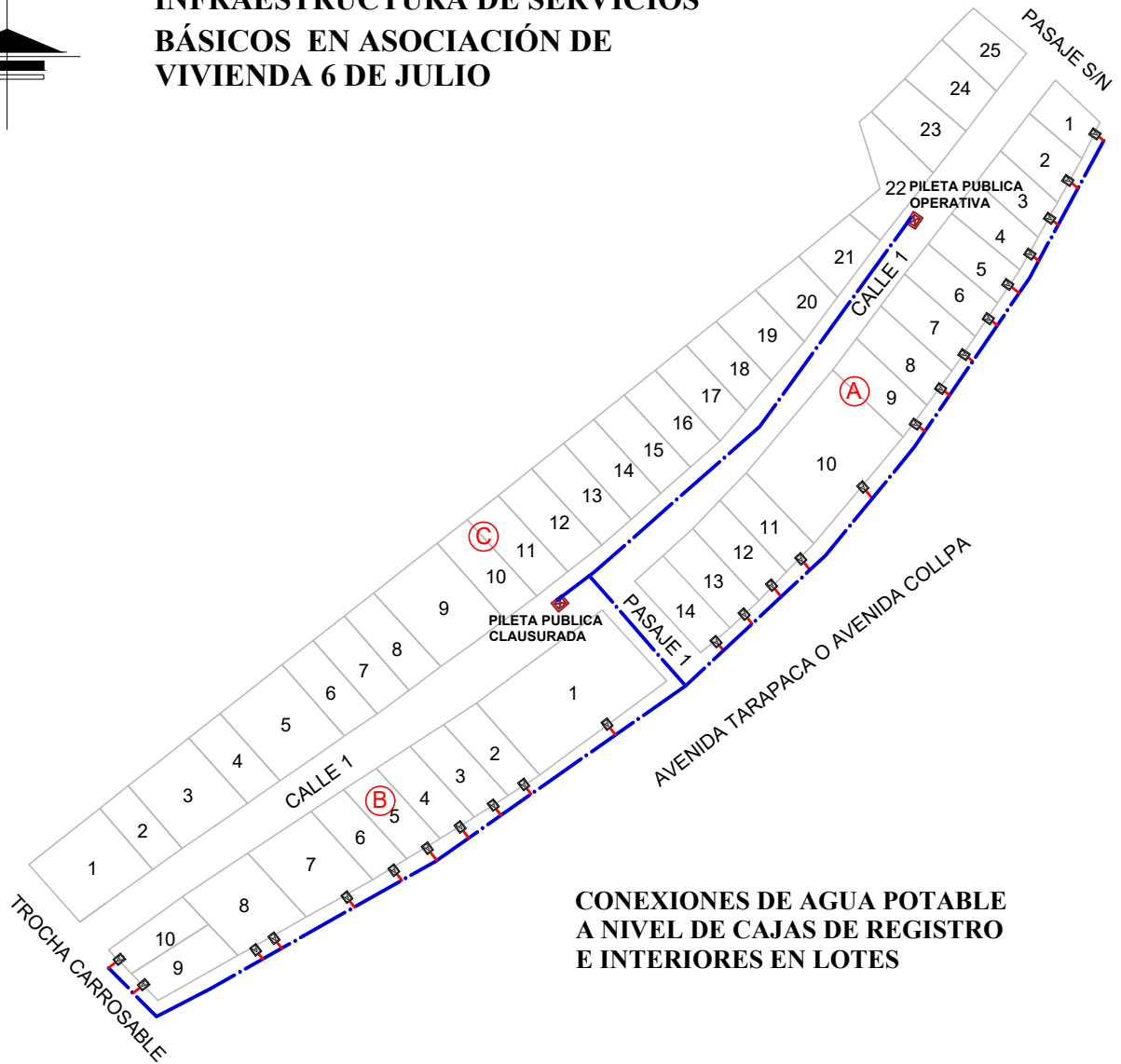
FECHA: ENERO 2024 ESCALA: INDICADA UBICACION: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA

LÁMINA:

L-01



INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO



CONEXIONES DE AGUA POTABLE A NIVEL DE CAJAS DE REGISTRO E INTERIORES EN LOTES

LEYENDA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	RED PROYECTADA DE TUBERIA
	CONEXION DOMICILIARIA
	CAJA DE AGUA
	PILETA EXISTENTE

ZONIFICACIÓN

Departamento : Tacna
 Provincia : Tacna
 Distrito : Calana
 Zona : Sector Santa Rita
 Datum : WGS 84



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

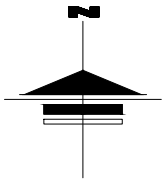
LÁMINA:

AP-01

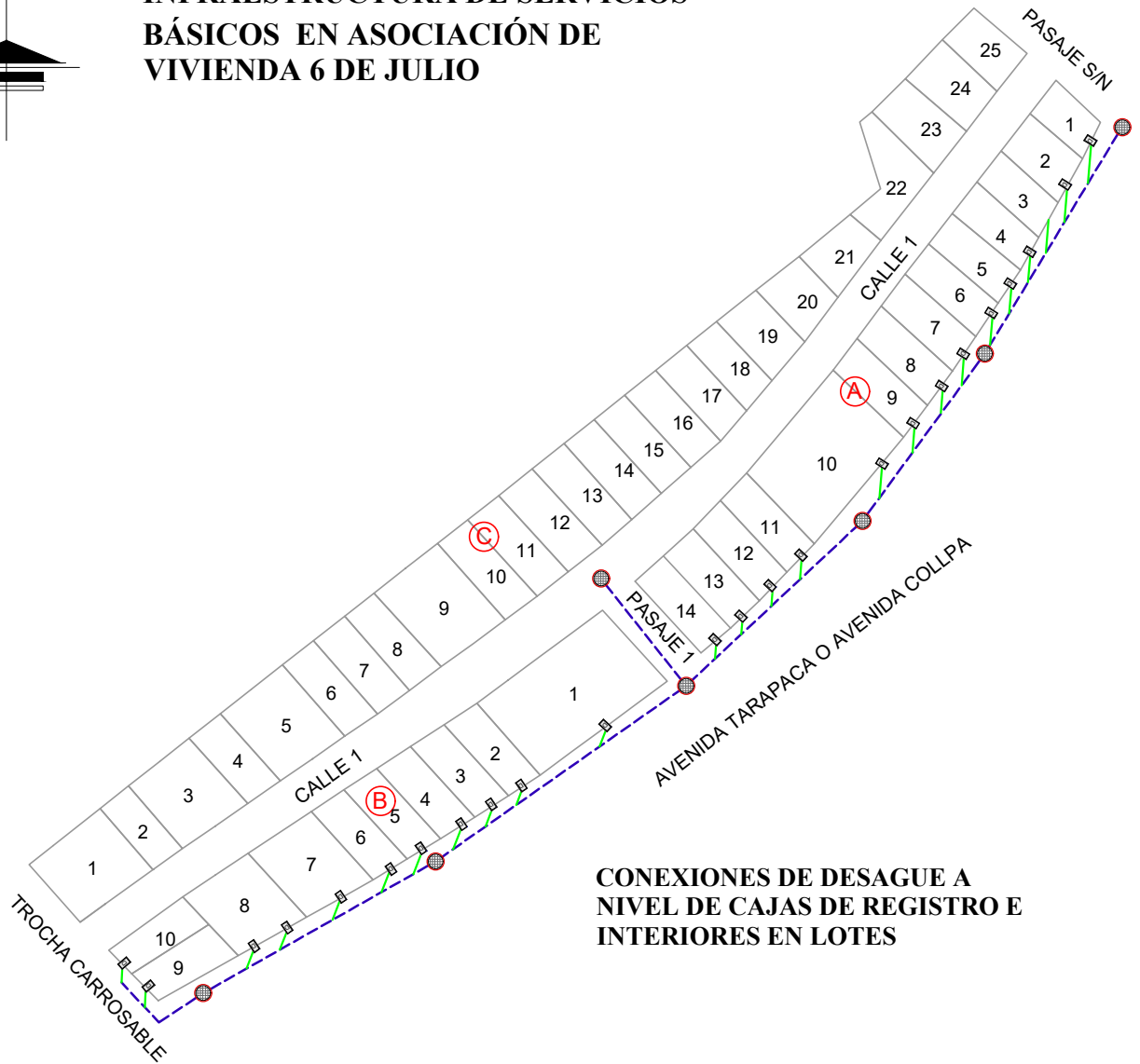
PLANO:
 CONEXIONES DOMICILIARIAS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

PROYECCION: UTM, ZONA 19S DATUM: WGS - 84 FUENTE: ELABORACION PROPIA

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: INDICADA UBICACION: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA



INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO

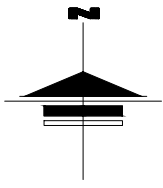


CONEXIONES DE DESAGUE A NIVEL DE CAJAS DE REGISTRO E INTERIORES EN LOTES

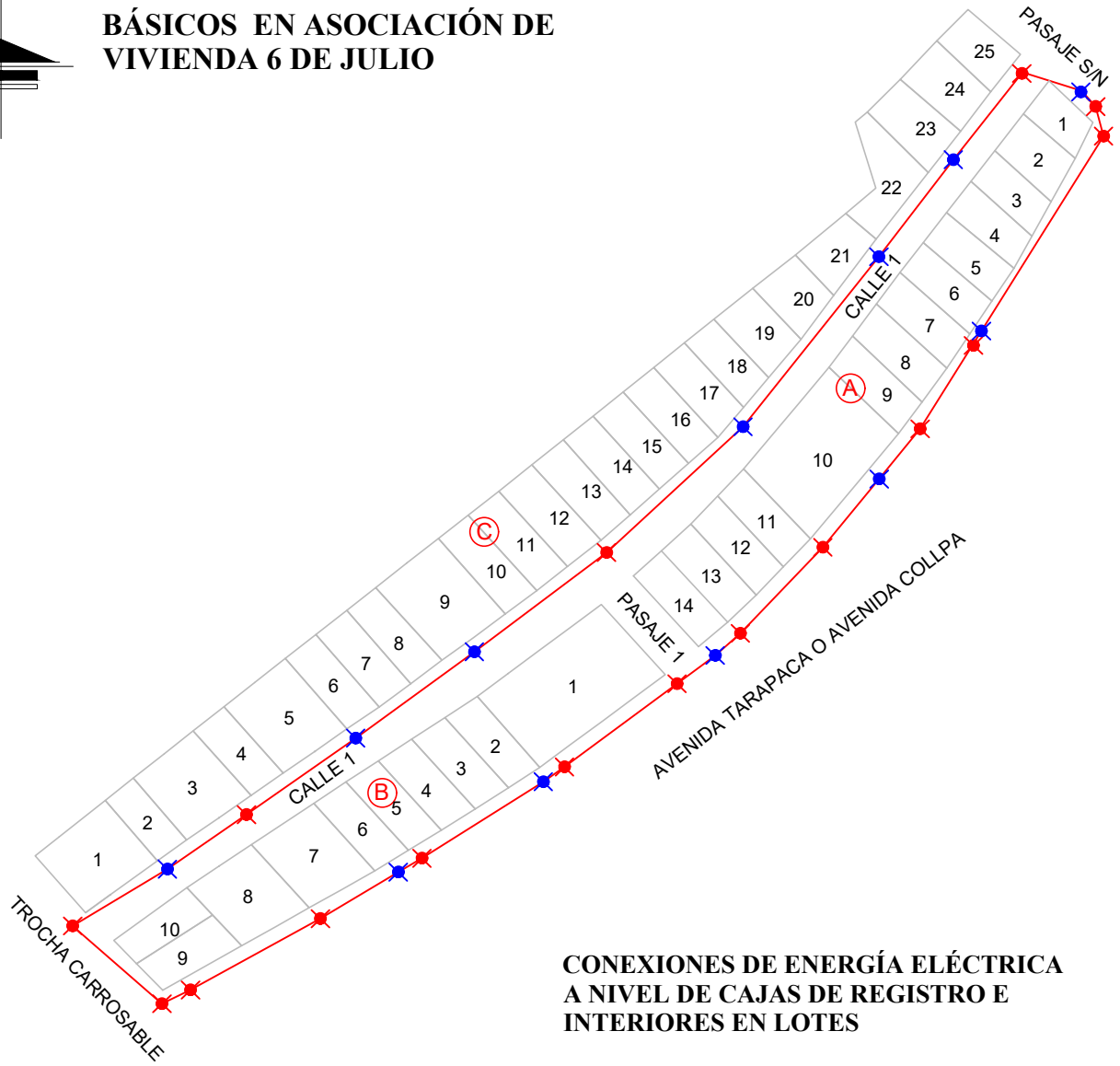
LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	RED PROYECTADA DE TUBERIA
	CONEXION DOMICILIARIA
	CAJA DE DESAGUE
	BUZONES DE DESAGUE

ZONIFICACIÓN	
Departamento	: Tacna
Provincia	: Tacna
Distrito	: Calana
Zona	: Sector Santa Rita
Datum	: WGS 84

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		AL-01
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
	PLANO: CONEXIONES DOMICILIARIAS DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO		
PROFESIONAL:	DATA:	FUENTE:	
UTM, ZONA 19S	WGS - 84	ELABORACION PROPIA	
FECHA:	ESCALA:	UBICACIÓN:	
ENERO 2024	INDICADA	DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	



INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS EN ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO



CONEXIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL DE CAJAS DE REGISTRO E INTERIORES EN LOTES

LEYENDA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	CONEXION ELECTRICA
	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO
	POSTES DE MADERA

ZONIFICACIÓN

Departamento	: Tacna
Provincia	: Tacna
Distrito	: Calana
Zona	: Sector Santa Rita
Datum	: WGS 84



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

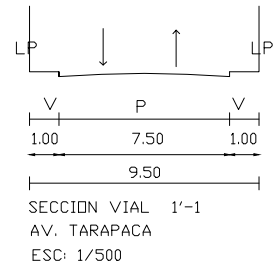
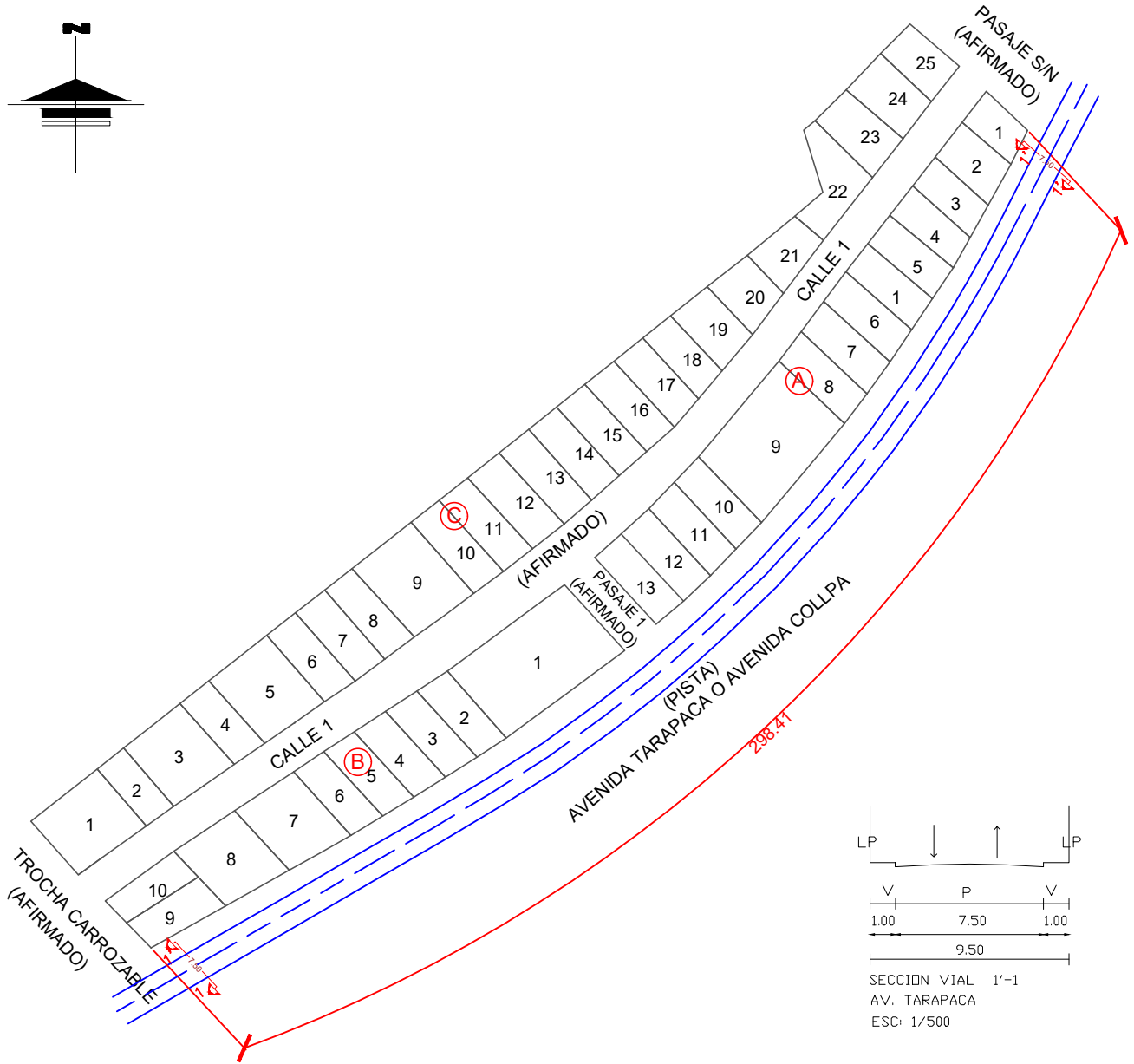
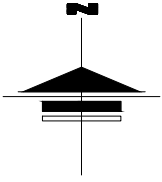
LÁMINA:

E-01

PLANO:
CONEXIONES DOMICILIARIAS DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA

PROYECCION: UTM, ZONA 19S DATUM: WGS - 84 FUENTE: ELABORACION PROPIA

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: INDICADA UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA



ZONIFICACIÓN

Departamento : Tacna
 Provincia : Tacna
 Distrito : Calana
 Zona : Sector Santa Rita
 Datum : WGS 84



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

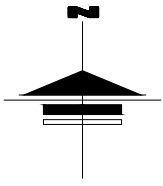
TESIS:
 "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

LÁMINA:

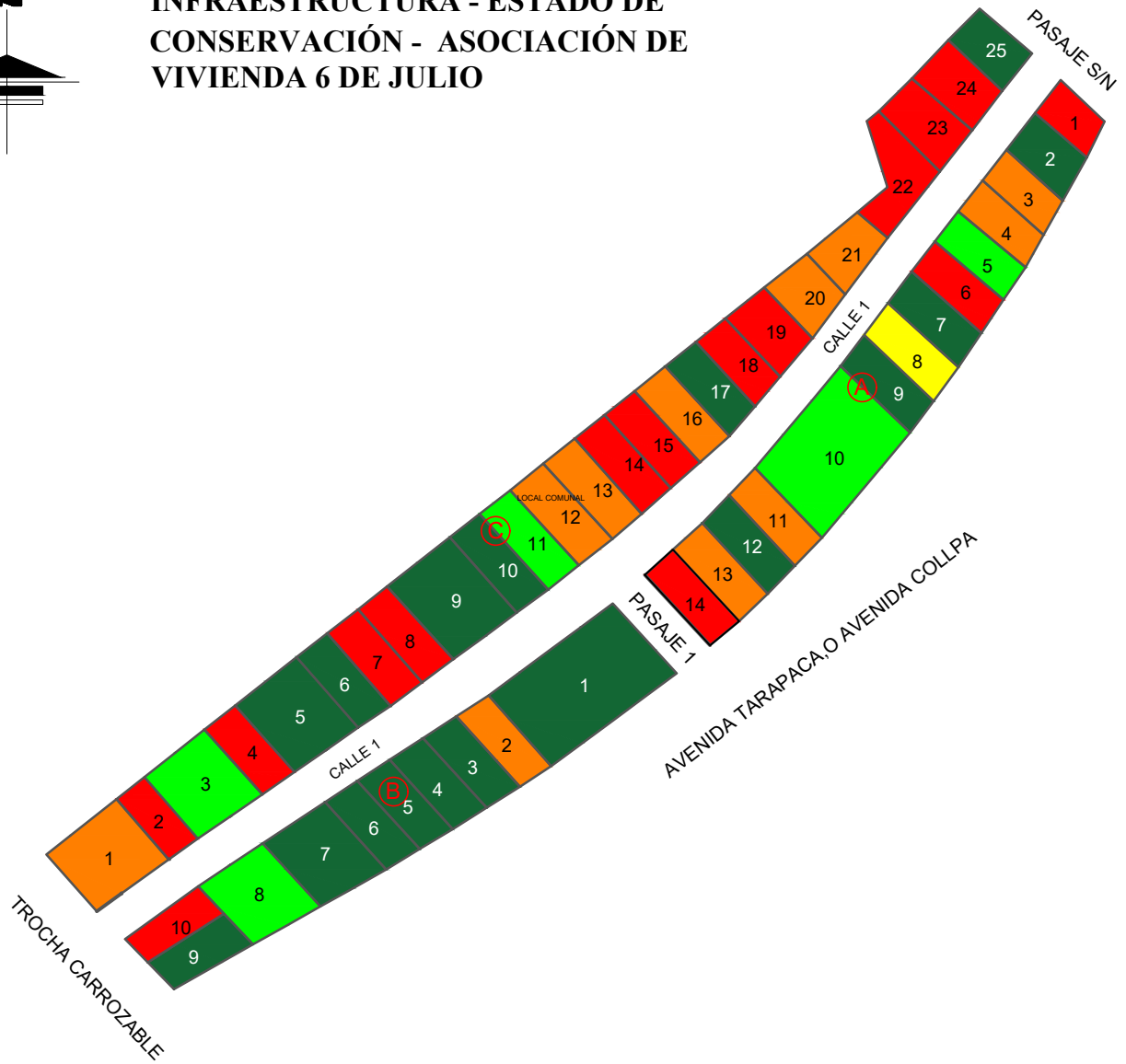
V-01

PLANO: PLANO DE VIAS
 PROYECCIÓN: UTM, ZONA 19S DATUM: WGS - 84 FUENTE: ELABORACION PROPIA

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: INDICADA UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA



INFRAESTRUCTURA - ESTADO DE CONSERVACIÓN - ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO




LEYENDA

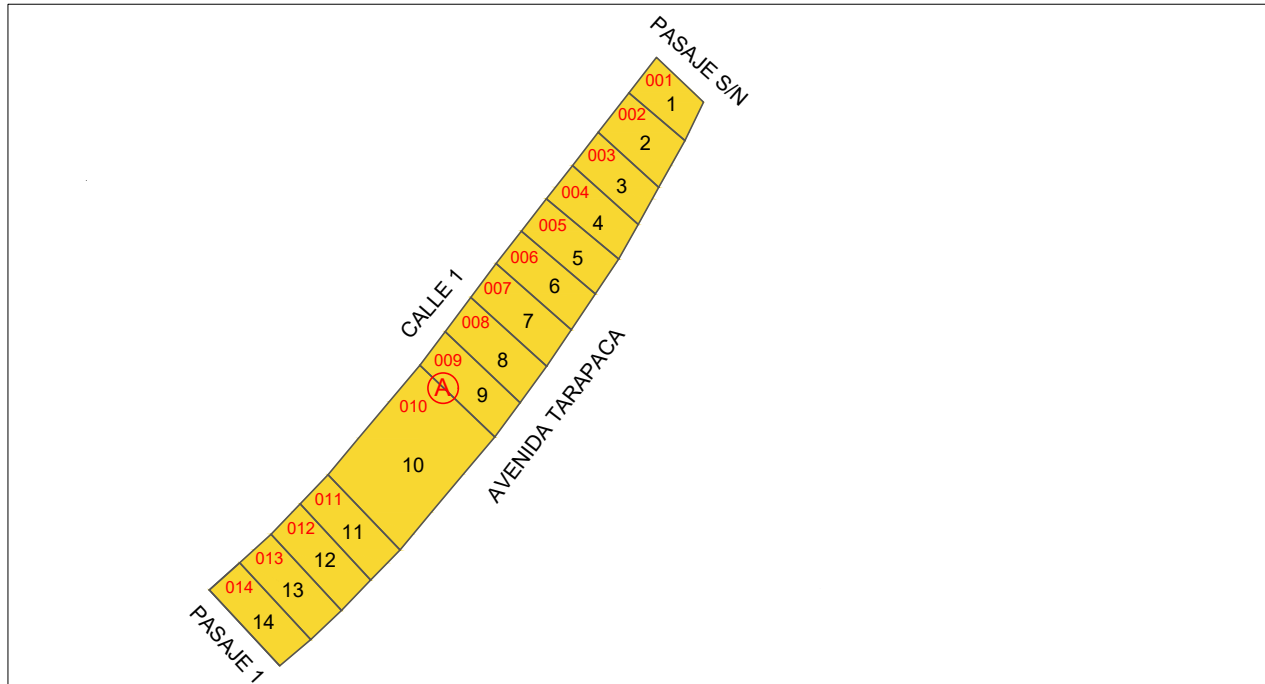
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
■	MUY BUENO / CONCRETO ARMADO
■	BUENO / LADRILLO
■	REGULAR / ARTESANAL
■	MALO / MADERA
■	MUY MALO / ESTERAS, ADOBE, PLÁSTICO

ZONIFICACIÓN

Departamento	: Tacna
Provincia	: Tacna
Distrito	: Calana
Zona	: Sector Santa Rita
Datum	: WGS 84

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		EC-01
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	<small>TESIS:</small> "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
	<small>PLANO:</small> ESTADO DE CONSERVACION EN EDIFICACIONES		
<small>PROYECCIÓN:</small> UTM, ZONA 19S	<small>DATUM:</small> WGS - 84	<small>FUENTE:</small> ELABORACION PROPIA	
<small>FECHA:</small> ENERO 2024	<small>ESCALA:</small> INDICADA	<small>UBICACIÓN:</small> DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	

REGISTRO FOTOGRAFICO



	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		F-01
	<small> TÍTULO: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA" </small>		
<small> PLANO: REGISTRO FOTOGRAFICO DE MANZANA TÍPICA 'A' </small>	<small> PROYECTO: UTM, ZONA 18Q </small>	<small> FECHA: ENERO 2024 </small>	<small> ESCALA: INDICADA </small>
<small> UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA </small>			

372000

372750

373500

374250

8012750

8012000

8011250

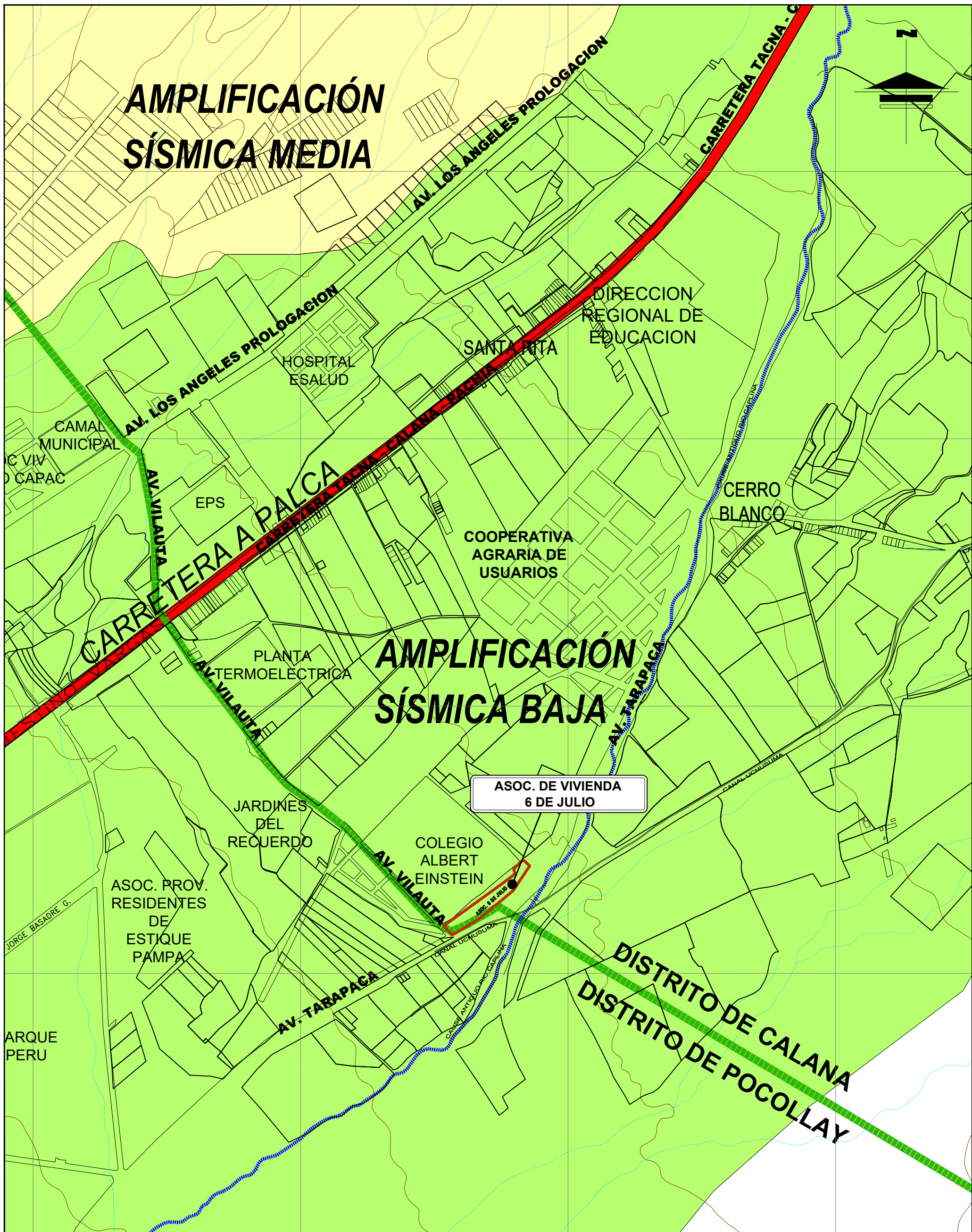
8010500

8012750

8012000

8011250

8010500



AMPLIFICACIÓN SÍSMICA MEDIA

AMPLIFICACIÓN SÍSMICA BAJA

ASOC. DE VIVIENDA 6 DE JULIO

LEYENDA

- Predios urbanos
- Curvas de nivel
- Límite distrital
- Vías de Acceso
- Drenaje natural principal
- Drenaje natural secundario

AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

- AMPLIFICACIÓN SÍSMICA BAJA
- AMPLIFICACIÓN SÍSMICA MEDIA



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

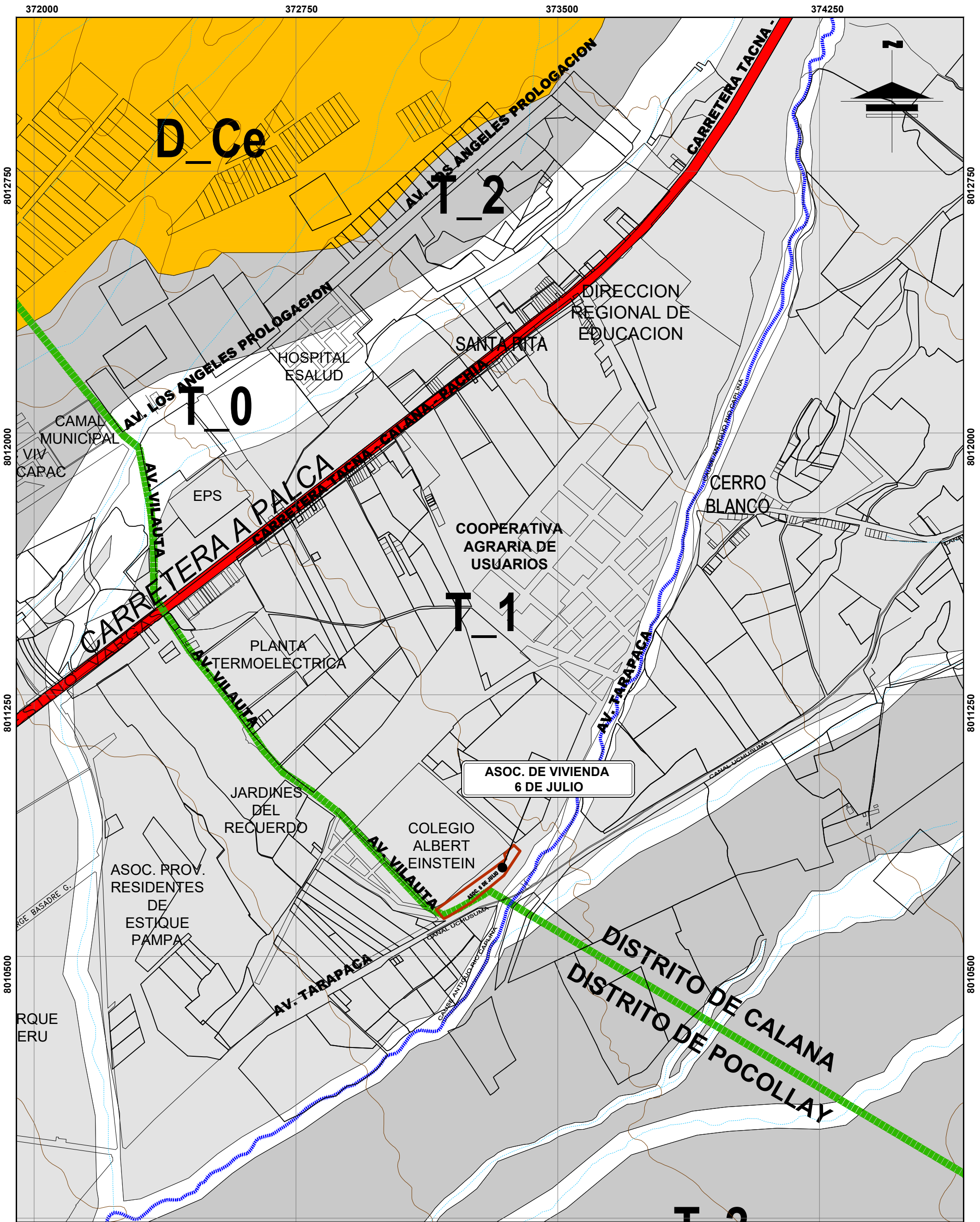
LÁMINA:

AS-01

PLANO: AMPLIFICACION SISMICA LOCAL

PROYECCION: UTM, ZONA 19S DATUM: WGS - 84 FUENTE: INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: 1:10 000 UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA



LEYENDA

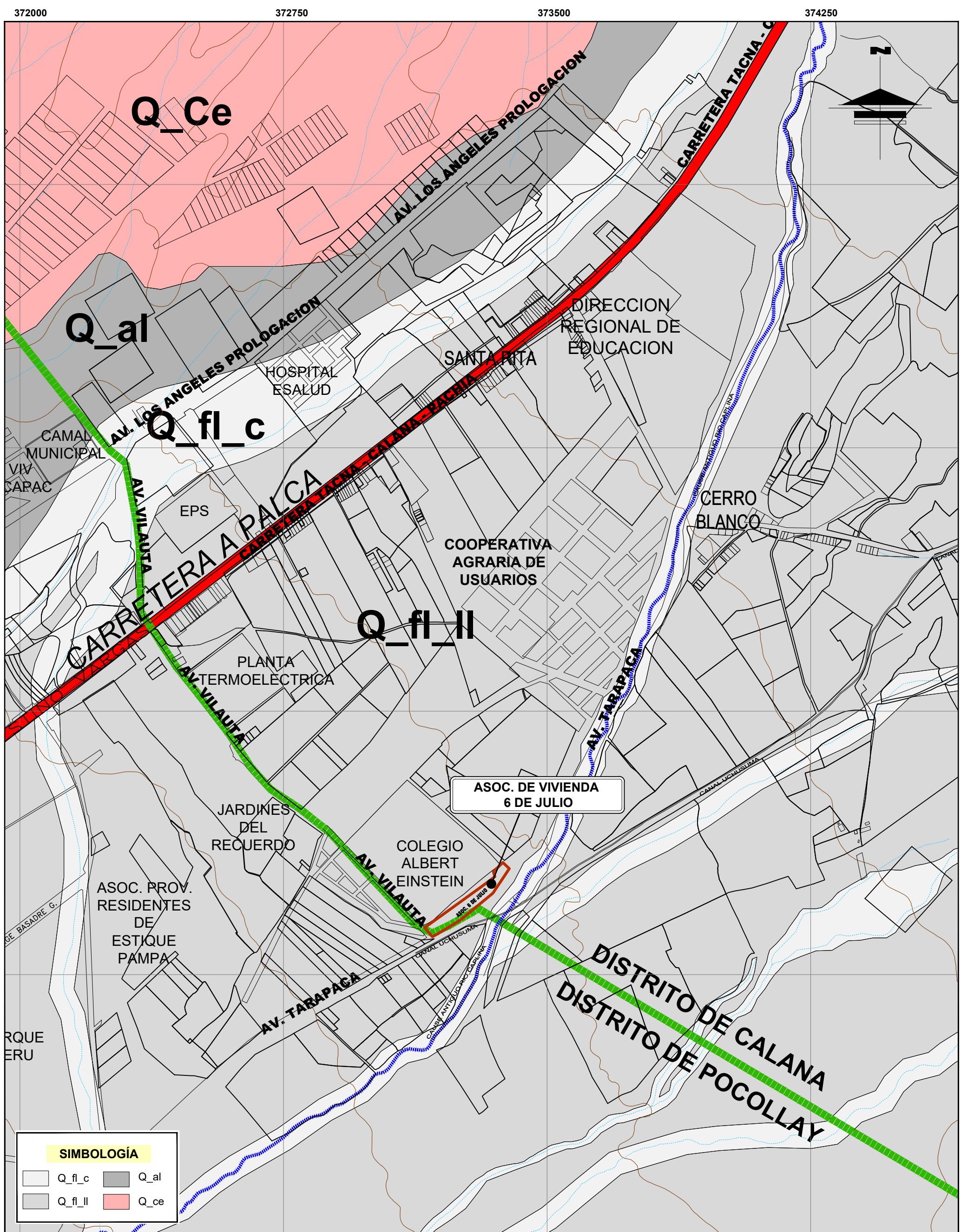
	Predios urbanos
	Curvas de nivel
	Límite distrital
	Vías de Acceso
	Drenaje natural principal
	Drenaje natural secundario

GEOMORFOLOGÍA

	T_0, Terraza fluvial reciente		D_Ce, Depósitos de Cenizas
	T_1, Terraza fluvial 1		
	T_2, Terraza fluvial 2		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"			
PLANO: PLANO GEOMORFOLOGICO		LÁMINA: GM-01	
PROYECCION: UTM, ZONA 19S	DATUM: WGS - 84	FUENTE: INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES	UBICACION: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA
FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:10 000		



SIMBOLOGÍA

	Q_fl_c		Q_al
	Q_fl_II		Q_ce

LEYENDA

	Predios urbanos
	Curvas de nivel
	Límite distrital
	Vías de Acceso
	Drenaje natural principal
	Drenaje natural secundario

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ERA	PERÍODO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
CUATERNARIO	HOLOCENO	Q_an_r	Depósitos antropogénicos de relleno
		Q_an_b	Depósitos antropogénicos de basura
		Q_de	Depósitos deluviales
		Q_fl_c	Depósitos fluviales de canal
	PLEISTOCENO	Q_fl_II	Depósitos fluviales de llanura de inundación
		Q_al	Depósitos aluviales
TERCIARIO	OLIGOCENO	Q_Ce	Ceniza volcánica
		Q_UCo	Unidad conglomerádica
		T_Hy	Formación Huayilla
		T_Mo	Formación Moquegua



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

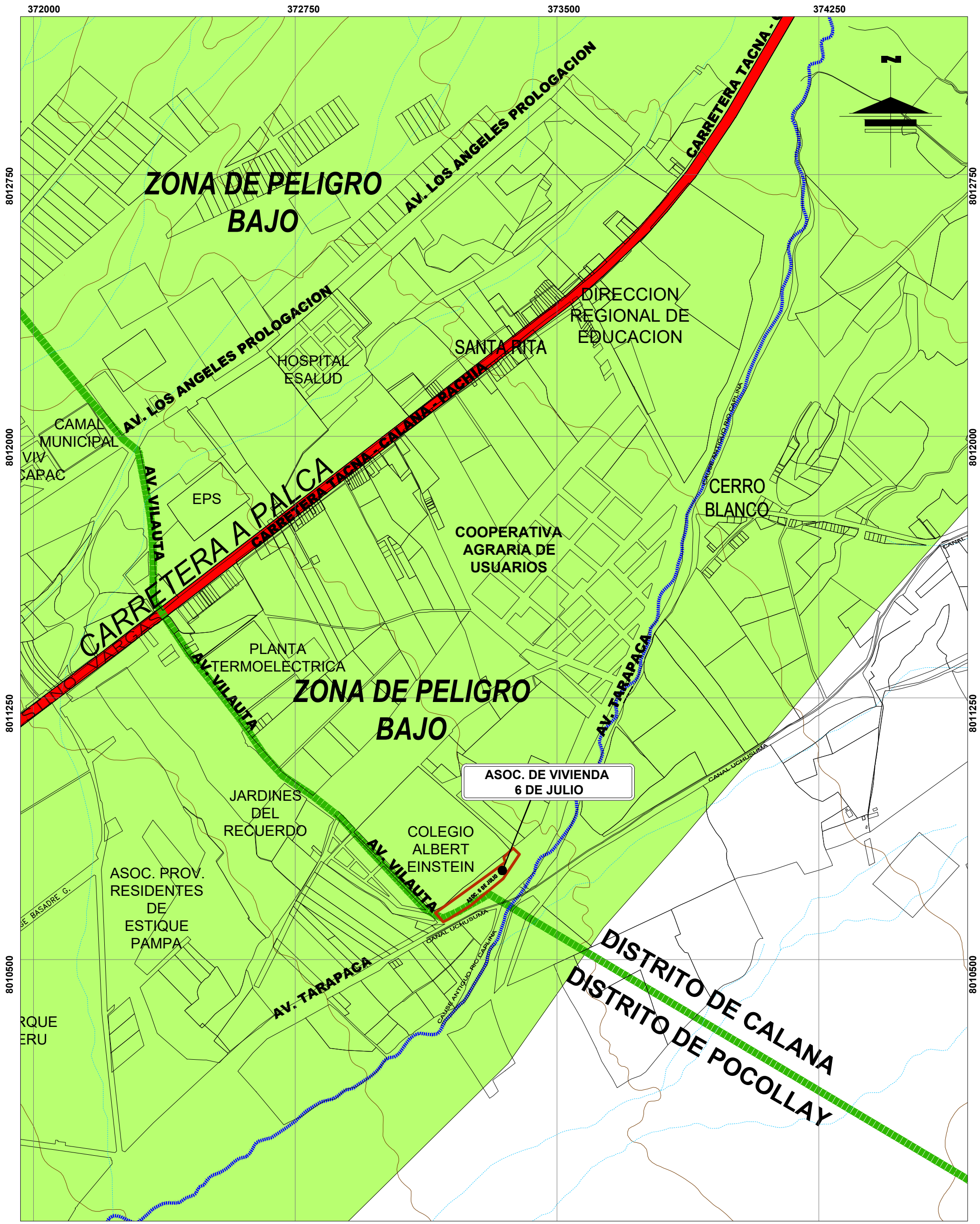
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

LÁMINA: **GE-01**

PLANO: **PLANO GEOLOGICO**

PROYECION: **UTM, ZONA 19S** DATUM: **WGS - 84** FUENTE: **INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES**

FECHA: **ENERO 2024** ESCALA: **1:10 000** UBICACION: **DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA**



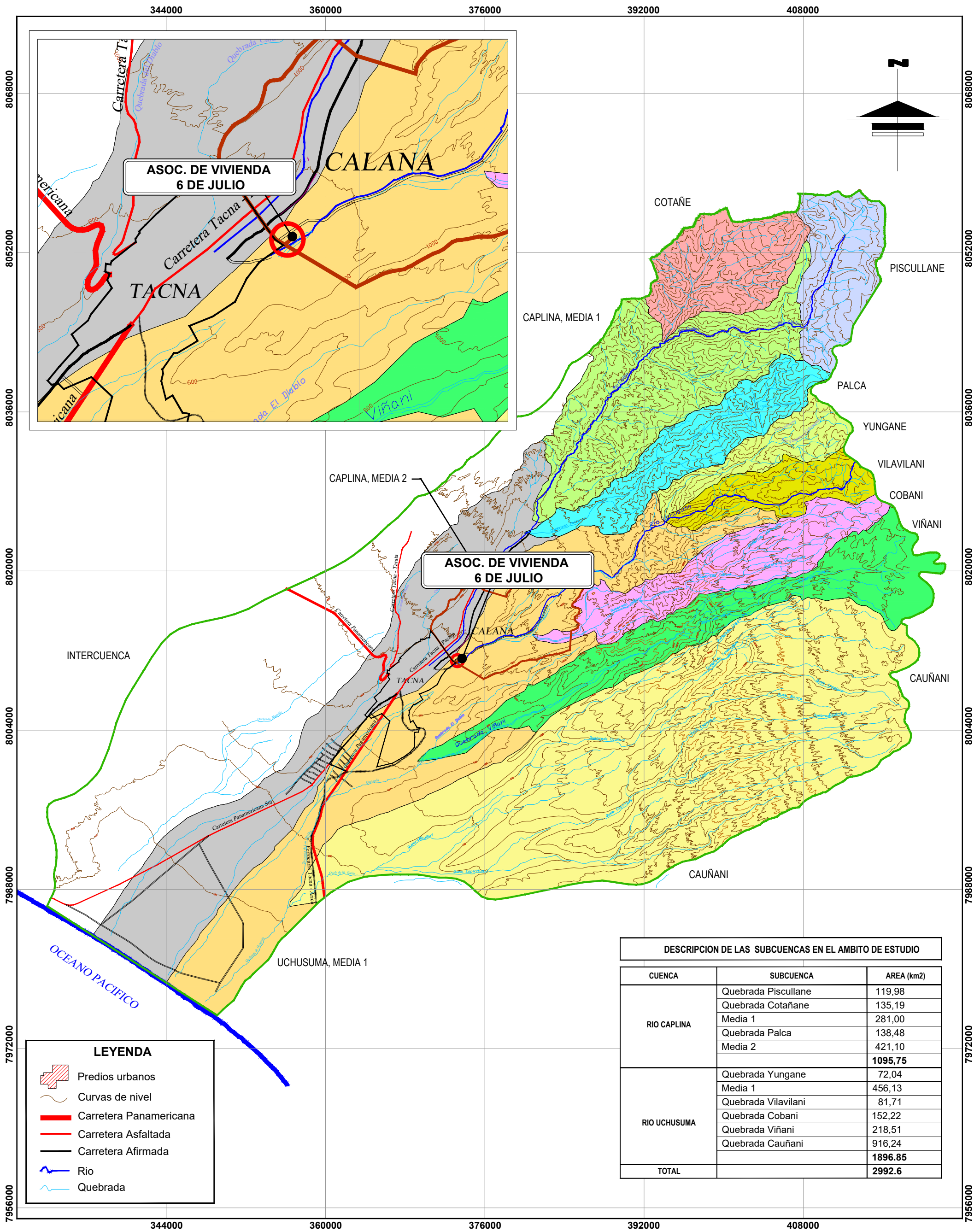
LEYENDA

	Predios urbanos
	Curvas de nivel
	Límite distrital
	Vías de Acceso
	Drenaje natural principal
	Drenaje natural secundario

ZONIFICACIÓN DE PELIGROS

	ZONAS DE PELIGRO ALTO
	ZONAS DE PELIGRO MEDIO
	ZONAS DE PELIGRO BAJO

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		GG-01
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
	PLAN: ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS		
	PROYECCION: UTM, ZONA 19S FECHA: ENERO 2024	DATUM: WGS - 84 ESCALA: 1:10 000	



ASOC. DE VIVIENDA
6 DE JULIO

ASOC. DE VIVIENDA
6 DE JULIO

LEYENDA

	Predios urbanos
	Curvas de nivel
	Carretera Panamericana
	Carretera Asfaltada
	Carretera Afirmada
	Rio
	Quebrada

DESCRIPCION DE LAS SUBCUENCAS EN EL AMBITO DE ESTUDIO

CUENCA	SUBCUENCA	AREA (km ²)
RIO CAPLINA	Quebrada Piscullane	119,98
	Quebrada Cotañane	135,19
	Media 1	281,00
	Quebrada Palca	138,48
	Media 2	421,10
	1095,75	
RIO UCHUSUMA	Quebrada Yungane	72,04
	Media 1	456,13
	Quebrada Vilavilani	81,71
	Quebrada Cobani	152,22
	Quebrada Viñani	218,51
	Quebrada Cauñani	916,24
	1896,85	
TOTAL		2992,6

SUBCUENCAS

	Río Caplina, Quebrada Picullane		Río Uchusuma, Quebrada Yungane
	Río Caplina, Quebrada Cotañane		Río Uchusuma, Media 1
	Río Caplina, Media 1		Río Uchusuma, Quebrada Vilavilani
	Río Caplina, Quebrada Palca		Río Uchusuma, Quebrada Cobani
	Río Caplina, Media 2		Río Uchusuma, Quebrada Viñani
	Intercuenca		Río Uchusuma, Quebrada Cauñani

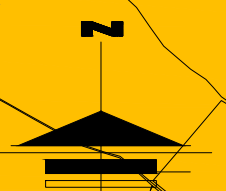
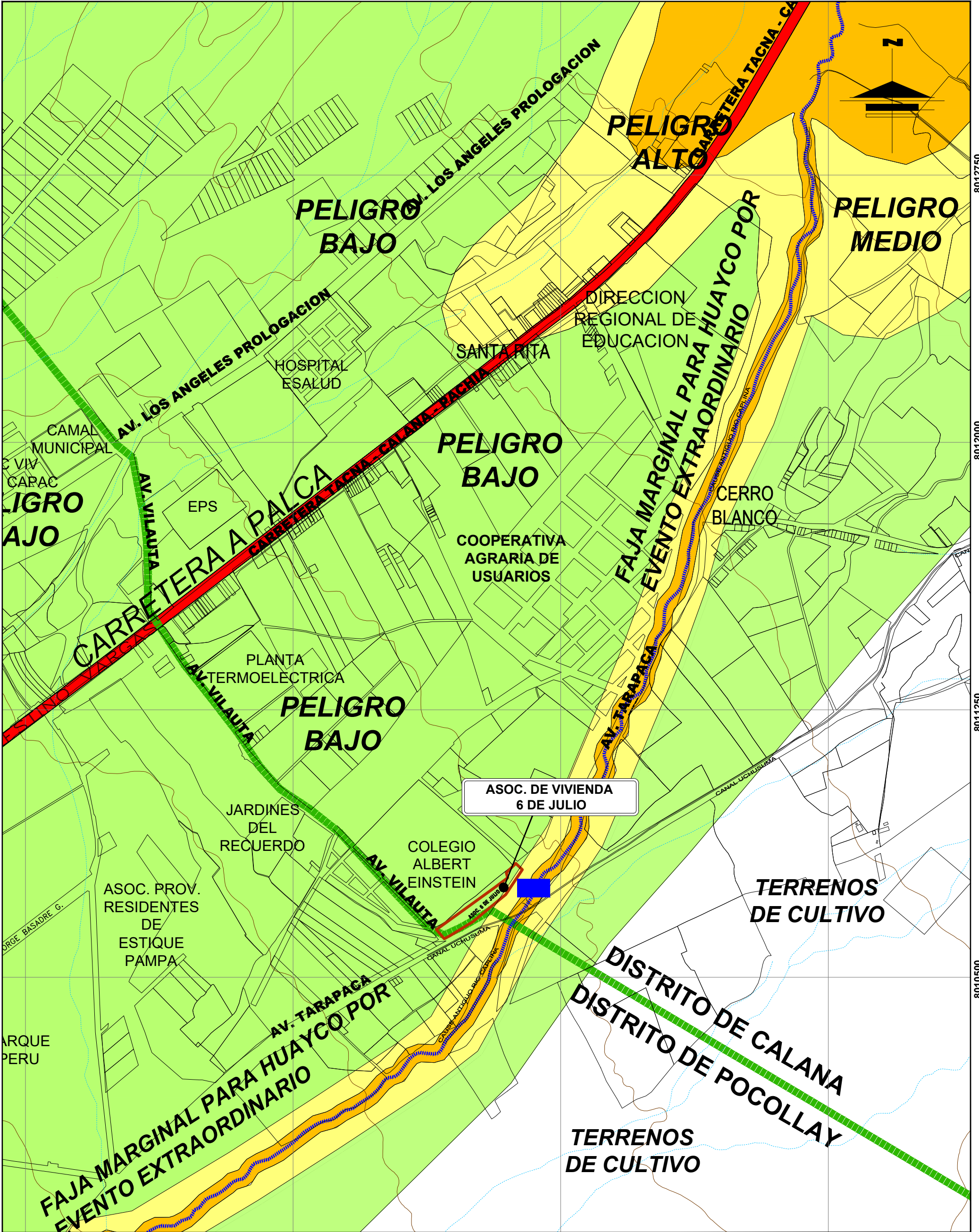
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

PLANO: **PLANO DE CUENCAS SUBCUENCAS**

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: 1:10 000 UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA

LÁMINA: **CS-01**



LEYENDA

- Predios urbanos
- Curvas de nivel
- Límite distrital
- Vías de Acceso
- Drenaje natural principal
- Drenaje natural secundario

ZONIFICACIÓN

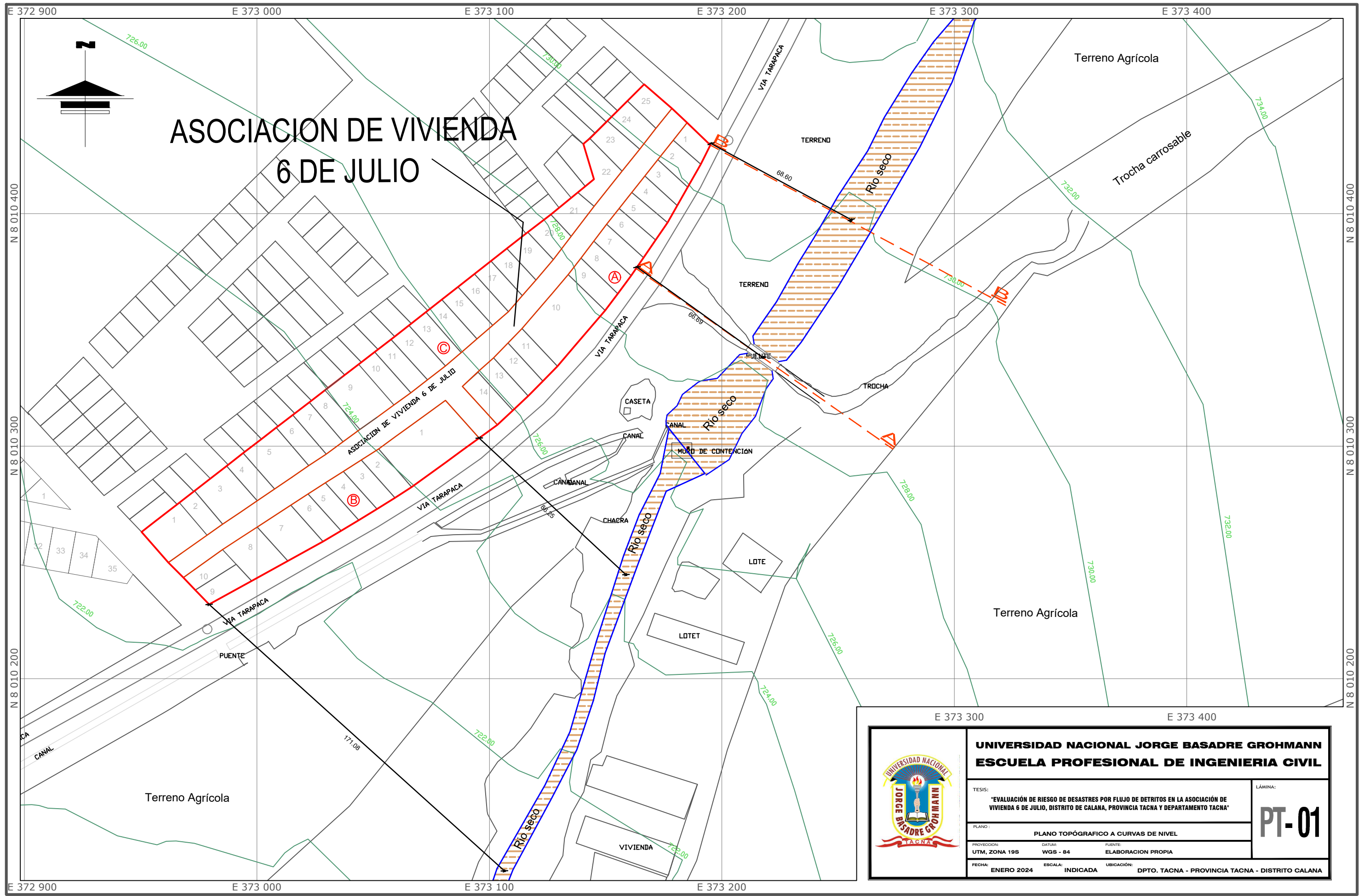
- PELIGRO ALTO
- PELIGRO MEDIO
- PELIGRO BAJO


SIMBOLOGÍA

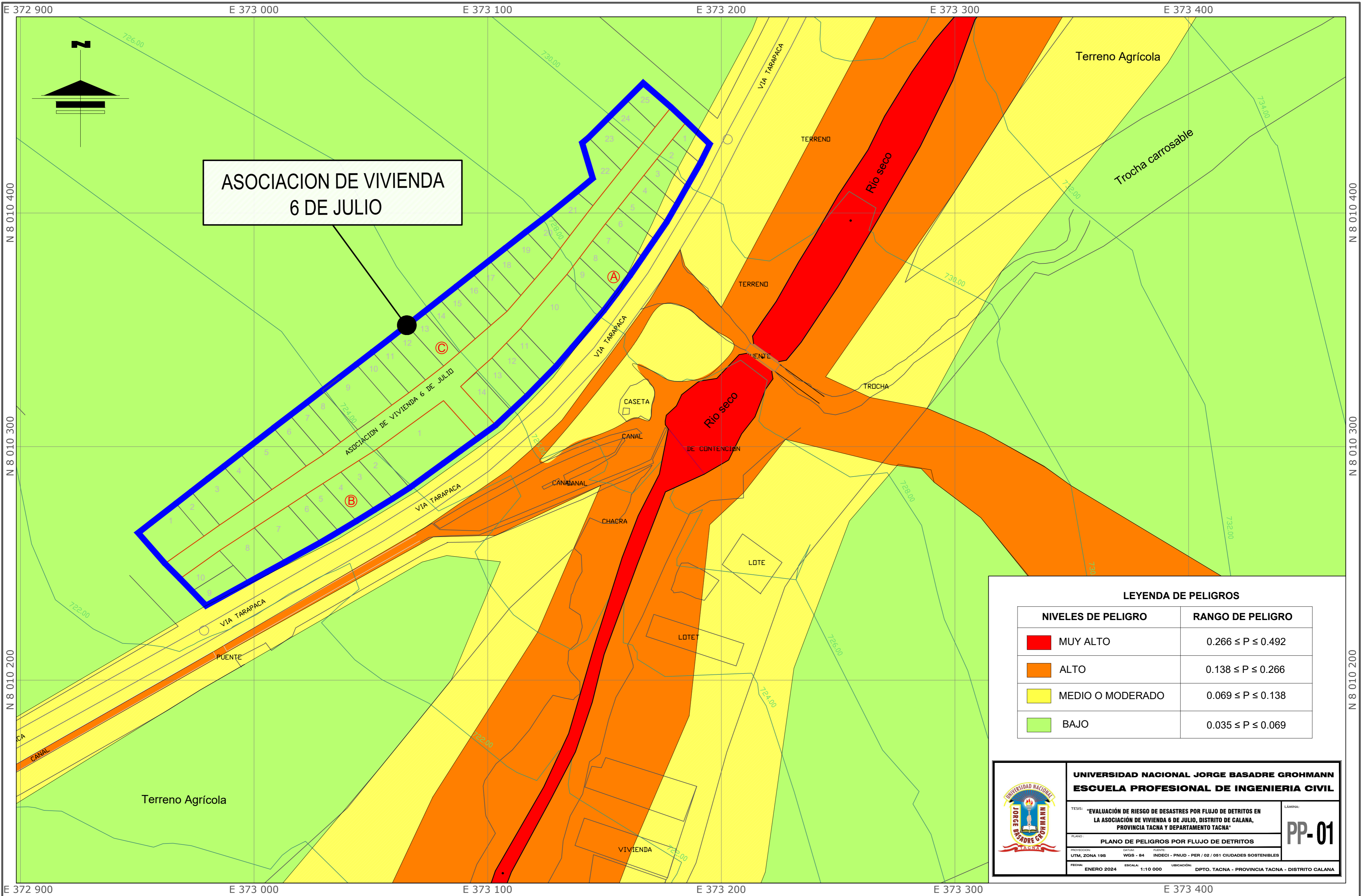
- Puente



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		LÁMINA:	
PLANO: ZONIFICACION DE PELIGROS CLIMATICOS		PC-01	
PROFESOR: UTM, ZONA 19S	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:10 000	UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA



	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"	LÁMINA: <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">PT-01</h1>	
	PLANO: PLANO TOPOGRÁFICO A CURVAS DE NIVEL	FUENTE: ELABORACION PROPIA	
PROYECCION: UTM, ZONA 19S	DATUM: WGS - 84	FECHA: ENERO 2024	
ESCALA: INDICADA		UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	



ASOCIACION DE VIVIENDA
6 DE JULIO

LEYENDA DE PELIGROS

NIVELES DE PELIGRO	RANGO DE PELIGRO
■ MUY ALTO	$0.266 \leq P \leq 0.492$
■ ALTO	$0.138 \leq P \leq 0.266$
■ MEDIO O MODERADO	$0.069 \leq P \leq 0.138$
■ BAJO	$0.035 \leq P \leq 0.069$

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
PLANO DE PELIGROS POR FLUJO DE DETRITOS		
PROYECCION: UTM, ZONA 19S	DATUM: WGS - 84	FUENTE: INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES
FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:10 000	UBICACION: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA

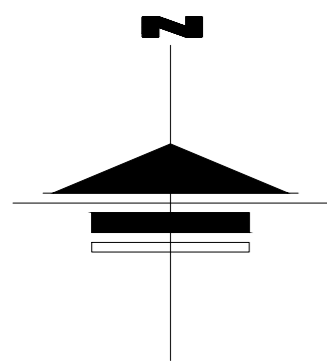
PP-01

E 373 000

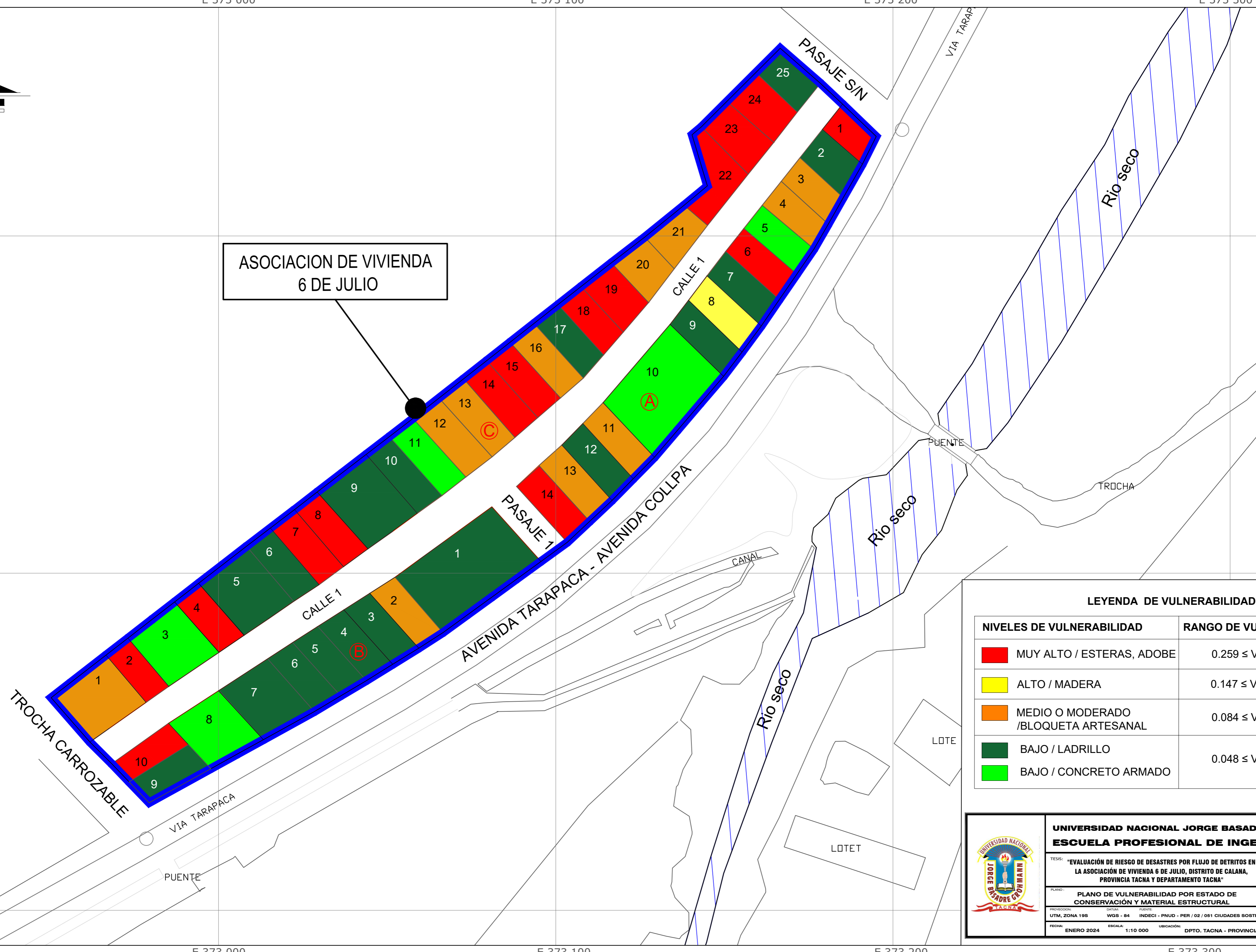
E 373 100

E 373 200

E 373 300



ASOCIACION DE VIVIENDA
6 DE JULIO



LEYENDA DE VULNERABILIDAD

NIVELES DE VULNERABILIDAD	RANGO DE VULNERABILIDAD
MUY ALTO / ESTERAS, ADOBE	$0.259 \leq V < 0.456$
ALTO / MADERA	$0.147 \leq V < 0.259$
MEDIO O MODERADO /BLOQUETA ARTESANAL	$0.084 \leq V < 0.147$
BAJO / LADRILLO	$0.048 \leq V < 0.084$
BAJO / CONCRETO ARMADO	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

PLANO: **PLANO DE VULNERABILIDAD POR ESTADO DE CONSERVACIÓN Y MATERIAL ESTRUCTURAL**

PROFESOR: UTM, ZONA 19S WGS - 84 INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: 1:10 000 UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA

LÁMINA:

ME-01

E 373 000

E 373 100

E 373 200

E 373 300

N 8 010 400

N 8 010 300

N 8 010 200

N 8 010 400

N 8 010 300

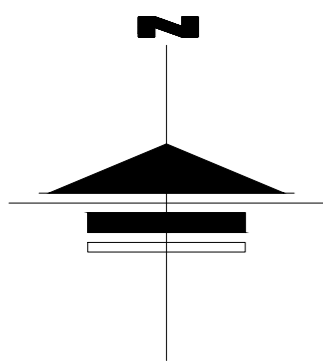
N 8 010 200

E 373 000

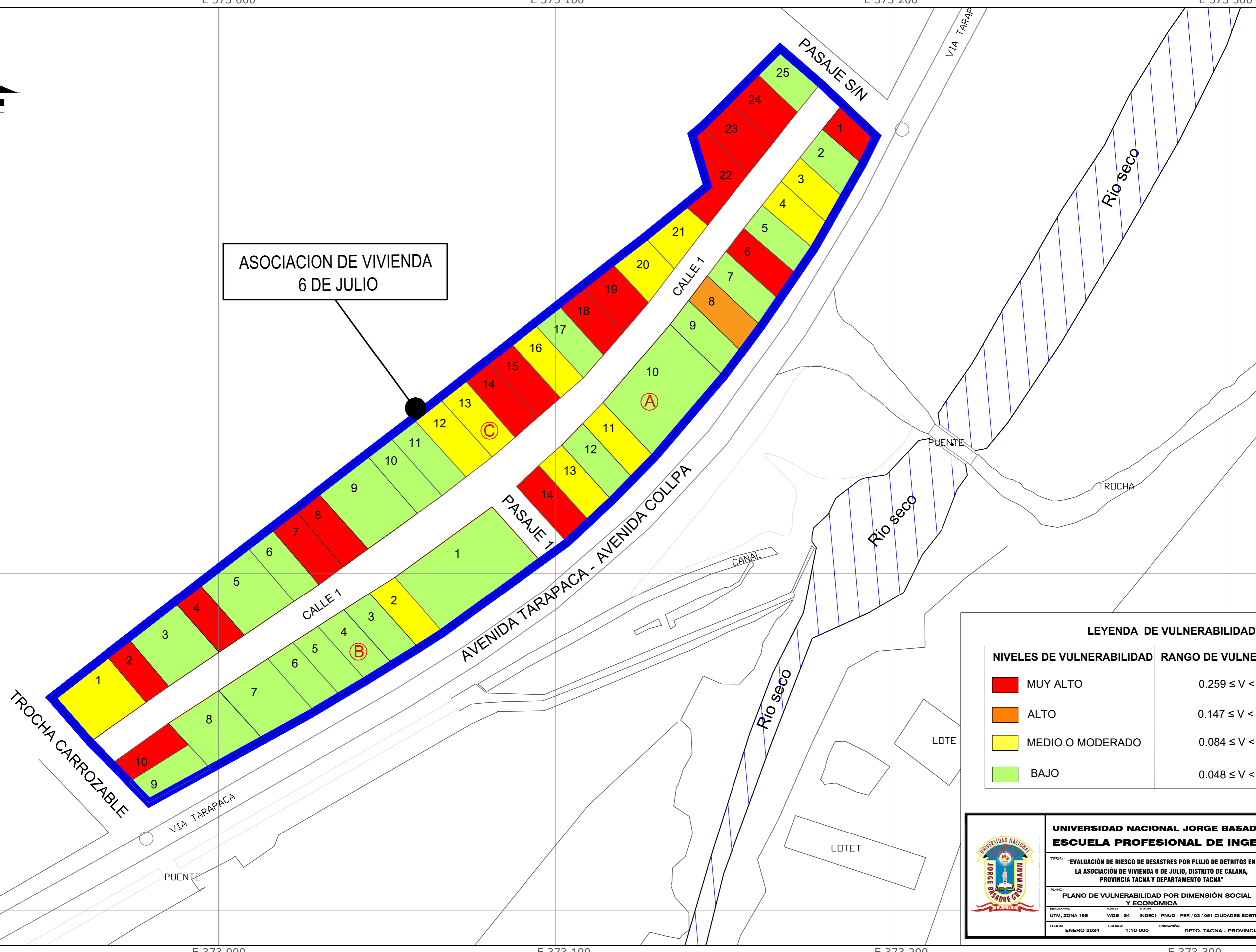
E 373 100

E 373 200

E 373 300



ASOCIACION DE VIVIENDA
6 DE JULIO



LEYENDA DE VULNERABILIDAD

NIVELES DE VULNERABILIDAD	RANGO DE VULNERABILIDAD
MUY ALTO	$0.259 \leq V < 0.456$
ALTO	$0.147 \leq V < 0.259$
MEDIO O MODERADO	$0.084 \leq V < 0.147$
BAJO	$0.048 \leq V < 0.084$



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"

PLANO: **PLANO DE VULNERABILIDAD POR DIMENSIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA**

PROFESOR: LUTM, ZONA 19S CATEDRA: WGS - 84 MATERIA: INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES

FECHA: ENERO 2024 ESCALA: 1:10 000 UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA

LÁMINA:

PV-01

E 373 000

E 373 100

E 373 200

E 373 300

N 8 010 400

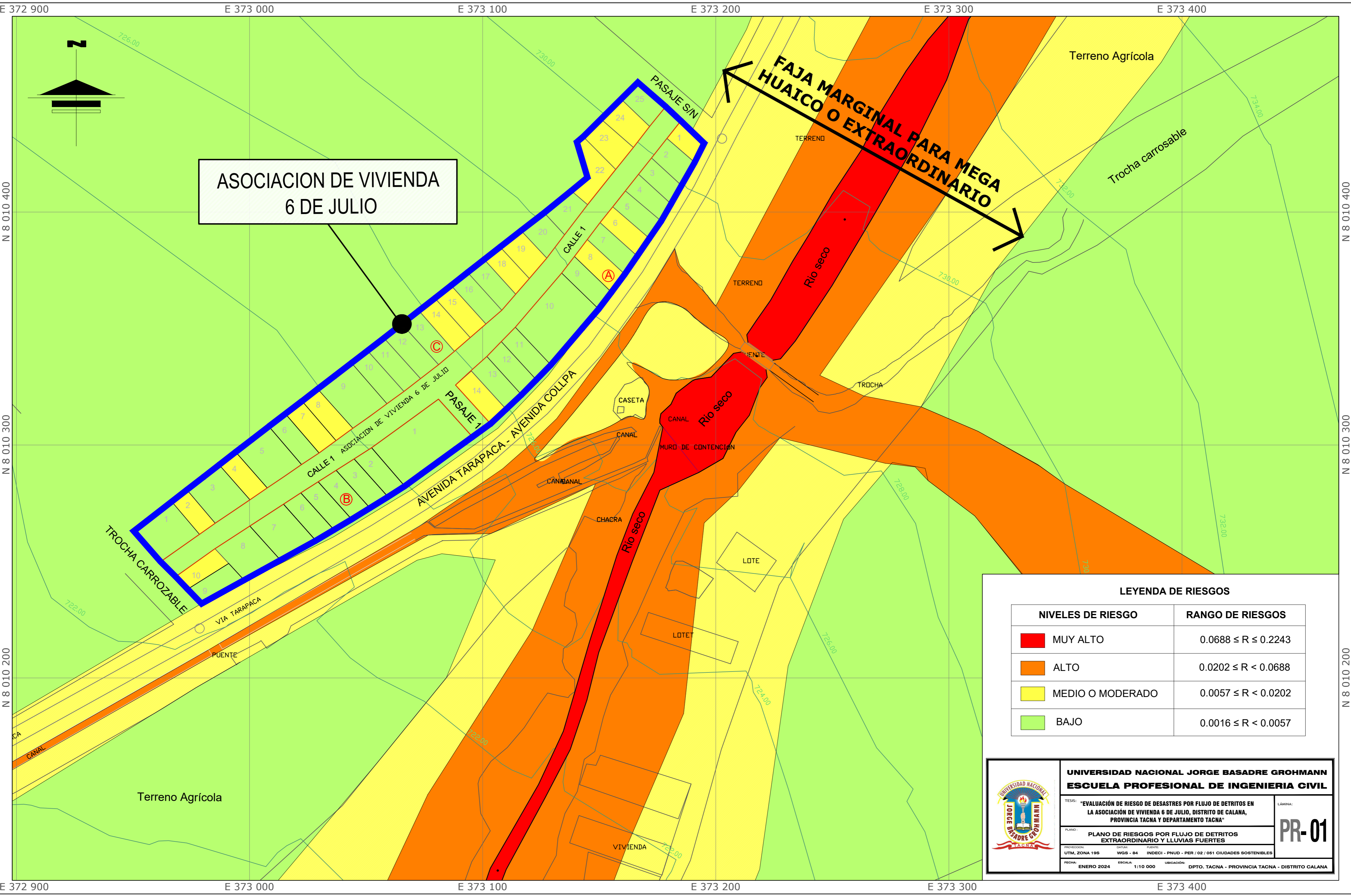
N 8 010 300

N 8 010 200

N 8 010 400

N 8 010 300

N 8 010 200



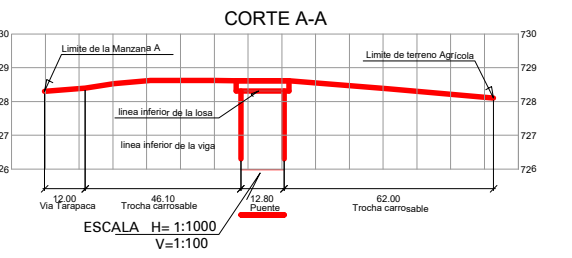
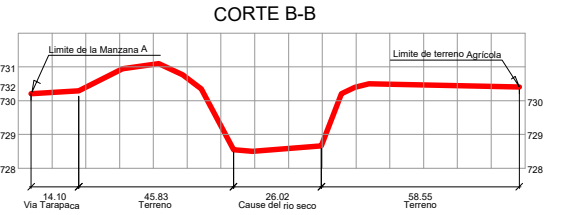
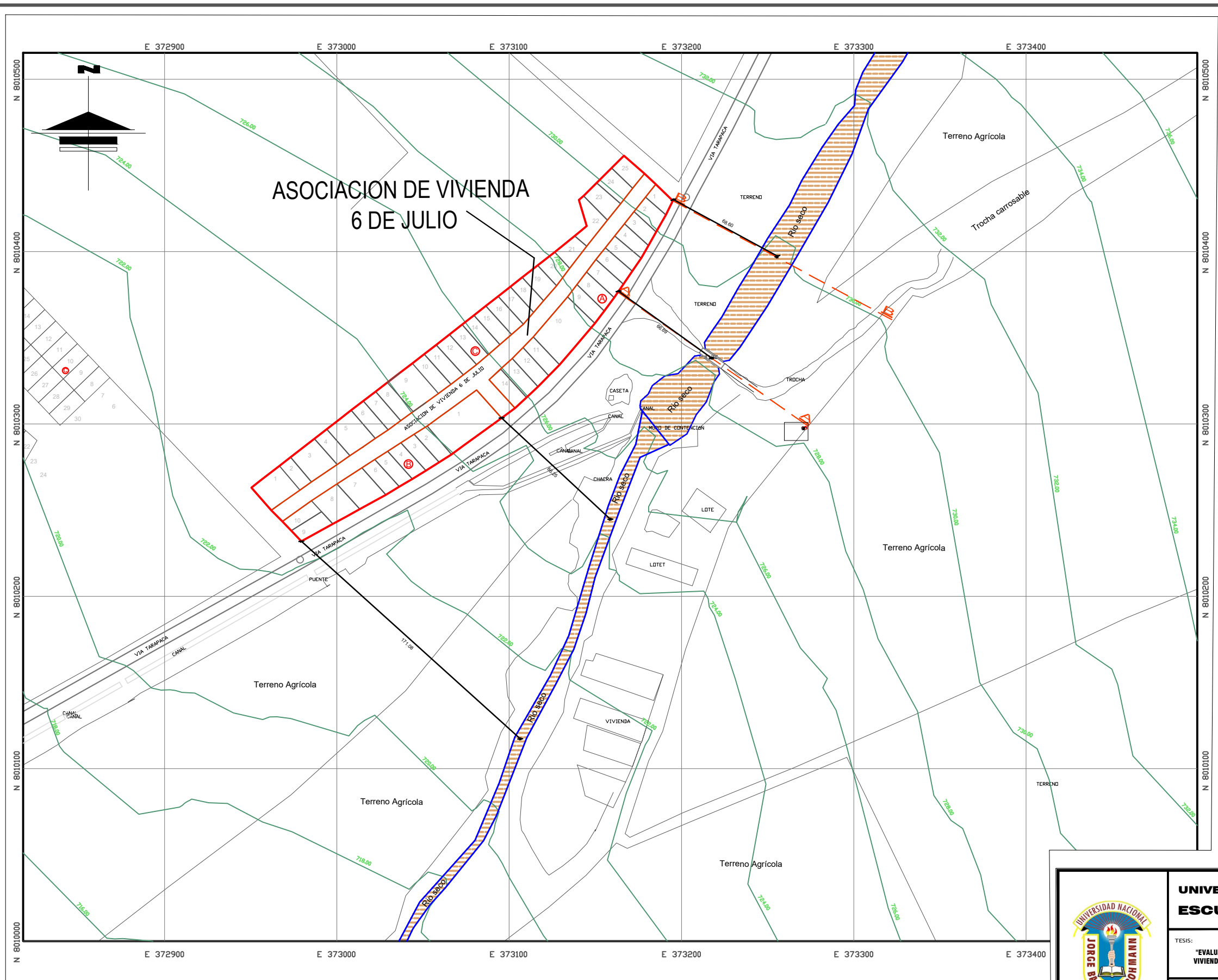
ASOCIACION DE VIVIENDA
6 DE JULIO

FAJA MARGINAL PARA MEGA
HUAICO O EXTRAORDINARIO

LEYENDA DE RIESGOS

NIVELES DE RIESGO	RANGO DE RIESGOS
■ MUY ALTO	$0.0688 \leq R \leq 0.2243$
■ ALTO	$0.0202 \leq R < 0.0688$
■ MEDIO O MODERADO	$0.0057 \leq R < 0.0202$
■ BAJO	$0.0016 \leq R < 0.0057$

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"	LÁMINA: PR-01
	PLANO: PLANO DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS EXTRAORDINARIO Y LLUVIAS FUERTES	
	PROFESOR: UTM, ZONA 19S WGS - 84 INDECI - PNUD - PER / 02 / 051 CIUDADES SOSTENIBLES	
FECHA: ENERO 2024		ESCALA: 1:10 000
UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA		



MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO

A. MEDIDAS ESTRUCTURALES (INTERVENCIONES FISICAS INGENIERILES)

- OBRAS DE PROTECCION**
1. CONSTRUCCION DE SOBRE CAJUELAS EN PUENTE SANTA RITA COMO MEDIDA DE PROTECCION A DESBORDE A HUAICO EXTREMO
 2. PROTECCION Y LIMPIEZA PERMANENTE DEL CAUSE DEL RIO SECO MEDIANTE LA CONSTRUCCION DE REFUERZOS LATERALES.
 3. CONSTRUCCION DE DREN PLUVIAL EN FRENTERA COLINDANTE A LA AVENIDA COLLPA

B. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

MEDIDAS PERMANENTES

1. REGULACION DEL USO DEL SUELO (ZONIFICACION)
2. CAPACITACIONES EN MATERIA DE GESTION DEL RIESGO (DEFENSA CIVIL)
3. MAPA COMUNITARIO DE RIESGOS DE LA ASOCIACION
4. PLAN FAMILIAR DE DEFENSA CIVIL
5. CONSTRUIR CON LICENCIA DE EDIFICACION

MEDIDAS DE MONITOREO PERMANENTE

- SISTEMAS DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA-SAT- QUE GENERE UNA ACTITUD PREVENTIVA (ESTACIONES METEOROLOGICAS, ENTRE OTROS EN CONVENIO CON LAS MUNICIPALIDADES PROVINCIAL, CALANA Y POCOLLAY)


MEDIDAS DE OPERACION

- ANTE EL PRONOSTICO DE OCURRENCIA DE LA LLUVIA, DE SU TRANSFORMACION EN ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL, DE SU TRANSITO POR LOS CAUCES, PARA LA ADECUADA OPERACION SOBRE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA (DREN PLUVIAL)

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		MC-01
	TESIS: "EVALUACION DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA"		
	PLANO: MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL		
	PROYECCION: UTM, ZONA 19S	DATUM: WGS - 84	
FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:10 000	UBICACION: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	



ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO DISTRITO DE CALANA - TACNA

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		LÁMINA: EV-01
	TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO DE CALANA, PROVINCIA TACNA Y DEPARTAMENTO TACNA" PLANO: PLANO DE EVACUACIÓN		
PROFESION: UTM, ZONA 19S FECHA: ENERO 2024	DATOS: WGS - 84 ESCALA: 1:10 000	FUENTE: INDECI - PNUD - PER / 02 / 081 CIUDADES SOSTENIBLES UBICACIÓN: DPTO. TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CALANA	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENCUESTA REALIZADA A POBLACIÓN DE LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA 6 DE JULIO, DISTRITO CALANA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO TACNA

La presente encuesta responde a una tesis en ingeniería civil que busca implementar medidas de prevención y / o solución al fenómeno de flujo de detritos (huaico) identificando la intensidad de daños tanto la condición del ser humano y material.

MARCAR (X)

GRUPO ETARIO	CANTIDAD
MAYORES DE 65 AÑOS	
ENTRE 60 A 65 AÑOS	
ENTRE 50 A 59 AÑOS	
ENTRE 16 A 30 AÑOS	
ENTRE 31 A 49 AÑOS	

Por cada ítem se considera escala de 1 al 5

		1. Muy poco	2. Muy poco	3. Regular	4. Aceptable	5. Muy aceptable
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	1	2	3	4	5
1	Ingreso familiar aproximado					
2	Servicios básicos de la vivienda					
3	Material predominante de la vivienda					
4	Estado de conservación de la vivienda					
5	Antigüedad de la vivienda					
6	Situación de propiedad de la vivienda					
7	Cuenta con algún tipo de seguro de salud					
8	Discapacidad que presente algún habitante su vivienda					
9	Las autoridades de su localidad promueve capacitación de la Gestión de Riesgo frente a un desastre natural o emergencia					
9	Participación en las actividades de preparación (plan de emergencia) ante un desastre natural					
10	La asociación de vivienda cuenta con un mapa que identifique las zonas peligrosas expuestas					
10	Trabajo u ocupación bien remunerado					
11	Considera si sus ingresos son suficientes para solventar los daños de su vivienda ante la caída de flujos de detritos					