

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

**“RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE
REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

BACH. BEEQUER ATENCIO ATENCIO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO – GEOTÉCNICO

TACNA – PERÚ

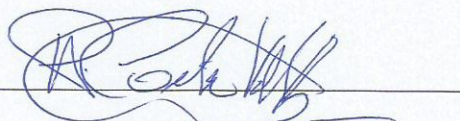
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

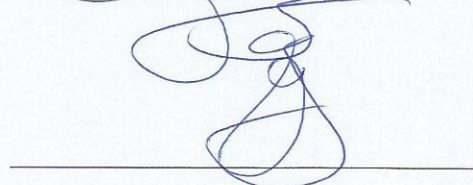
Jurado de Sustentación de Tesis
“RIESGO GEOTÉNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL
VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN
TACNA”

10 de mayo del 2018

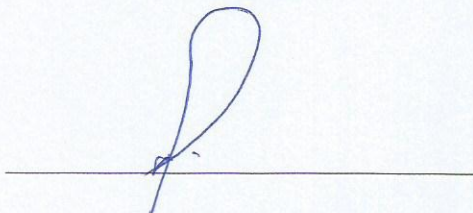
Ing. Pio Coila Valdez
Presidente



Ing. Jorge P. Barriga Gamarra
Secretario



MSc. Conrado Bedoya Jaén
Miembro



Ing. Fredy C. Cabrera Olivera
Asesor



DEDICATORIA

A Dios por todo lo que me ha dado.

A mis padres Oswaldo y Nilia, por ser los pilares más importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar mis pasos, darme fortaleza e iluminar mi camino y por haberme dado la dicha de compartir con personas que me brindaron su apoyo y compañía en el recorrido de mi experiencia.

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, de la cual me siento orgulloso de ser egresado.

Mi agradecimiento efusivo y eterno a los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica -Geotécnica por legarme conocimientos, orientaciones, enseñanzas y experiencias que guiaron con éxito mi formación académica.

A mi asesor de tesis Ingeniero Fredy C. Cabrera Olivera, por transmitirme su valiosa experiencia y conocimiento, por la orientación y apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo.

RESUMEN

El área de estudio se ubica al sur del volcán Yucamane, provincia de Candarave - región Tacna, en las localidades principales más vulnerables ante un movimiento sísmico por la probable reactivación del volcán referido; esta sismicidad afectaría aquellas viviendas que no están adecuadamente construidas.

En el presente estudio se involucra un desarrollo progresivo de diferentes etapas que inicia desde la recopilación de la información bibliográfica, evaluación de daños en las infraestructuras y procesamiento de los datos geotécnicos obtenidos en campo. La elaboración de mapas (geológico, geotécnico y geomorfológico), correlaciones y análisis de los resultados permitieron estimar el riesgo geotécnico en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Las características geotécnicas de los suelos de cimentación donde se encuentran emplazados las localidades aledaños al volcán Yucamane, poseen una densidad media y una capacidad de carga admisible regular, las cuales no garantizan la estabilidad de las viviendas en caso de un movimiento sísmico provocado por una posible reactivación de dicho volcán, debido a que el tipo de construcción carece de refuerzo estructural; las viviendas de material precario son altamente susceptibles frente a un peligro sísmico por los daños que esta ocasionaría, por lo tanto, en las localidades de Candarave, San Pedro, Talaca, Pallata, Quilahuani, Yucamani, Patatani, Santa Cruz, Calleraco, Totorá, Mullini, La Victoria, Jirata, Buenavista y Aricota existen en mayor porcentaje que representaría un nivel de riesgo alto.

INDICE

Dedicatoria	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen	iii
Introducción.....	viii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE ESTUDIO	1
1.2. CLIMA.....	1
1.3. PLUVIOMETRÍA	2
1.4. HIDROGRAFÍA.....	2
1.5. DRENAJE.....	3
1.6. FLORA	3
1.7. FAUNA.....	4
1.8. POBLACIÓN	5
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
2.3. OBJETIVOS.....	7
2.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
2.4. HIPÓTESIS.....	8
2.5. VARIABLES E INDICADORES	8
2.5.1. INDEPENDIENTE.....	8
2.5.1.1. INDICADORES	8
2.5.2. DEPENDIENTES.....	8
2.5.2.1. INDICADORES	8
2.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.7. ALCANCES.....	9
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO	10
3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
3.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES.....	16
3.2.1. MECÁNICA DE SUELOS	16
3.2.1.1. GRANULOMETRÍA.....	17
3.2.1.2. LÍMITES DE ATTEMBERG	21
3.2.1.3. CONSISTENCIA DEL SUELO.....	21
3.2.1.4. ÍNDICE DE PLASTICIDAD	25

3.2.1.5. DENSIDAD IN SITU	25
3.2.1.6. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	26
3.2.2. GEOTÉCNIA	30
3.2.2.1. CAPACIDAD PORTANTE.....	30
3.2.2.2. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS.....	33
3.2.2.3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	36
3.2.3. SISMOLOGÍA	37
3.2.3.1. ESCALAS DE INTENSIDAD Y MAGNITUD	38
3.2.4. VULCANOLOGÍA	39
3.2.4.1. CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO.....	39
3.2.4.2. ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV).....	40
3.2.5. ESTIMACIÓN DE RIESGOS	41
3.2.5.1. PELIGROSIDAD (H).....	42
3.2.5.2. VULNERABILIDAD (V).....	47
3.2.5.3. RIESGO (R).....	51
3.2.5.4. RIESGO SÍSMICO.....	54
3.2.5.5. RIESGO VOLCÁNICO.....	56
3.2.6. GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE	58
CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO.....	60
4.1. TRABAJO PREVIO	60
4.2. TRABAJO DE CAMPO	60
4.3. TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE.....	63
CAPITULO V: MARCO GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO	65
5.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL	65
5.1.1. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA FLANCO OCCIDENTAL DE LOS ANDES...65	
5.1.1.1. SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA ZONAS DISECTADAS	65
5.1.1.2. SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA ZONAS DE PLANICIES	66
5.1.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA CADENA VOLCÁNICA.....	67
5.2. GEOLOGÍA REGIONAL.....	69
5.2.1. FORMACIÓN LABRA (Jurásico Superior; Js-La).....	69
5.2.2. FORMACIÓN HUALHUANI (Cretáceo Inferior; Ki-hu)	70
5.2.3. FORMACIÓN TOQUEPALA (Cretáceo Superior al Oligoceno Medio; KsP-to)....	70
5.2.4. GRUPO TACAZA (Oligoceno Medio al Mioceno Inferior;P-ta)	71
5.2.5. FORMACIÓN HUAYLILLAS (Mioceno Inferior al Mioceno Superior; Nm-hu) ...	72
5.2.6. CENTROS VOLCÁNICOS (Mioceno Superior al Pleistoceno; N-le, N-na y N- sp)	73
5.2.7. DEPÓSITOS DEL CUATERNARIO RECIENTE	74
5.3. ESTRUCTURAS TECTÓNICAS REGIONALES	75

5.4.	GEOMORFOLOGÍA LOCAL POR LOCALIDADES	76
5.4.1.	LOCALIDADES DE CANDARAVE, PALLATA, TALACA, QUILAHUANI Y SAN PEDRO	77
5.4.2.	LOCALIDADES DE YUCAMANI, PATAPATANI, SANTA CRUZ, TOTORA, MULLINI, LA VICTORIA, BUENAVISTA Y JIRATA.....	79
5.4.3.	LOCALIDAD DE ARICOTA.....	81
5.4.4.	LOCALIDAD DE CALLERACO.....	82
5.5.	GEOLOGIA POR LOCALIDADES	83
5.5.1.	GEOLOGÍA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO YUCAMANE- CALIENTES.....	83
5.5.2.	LOCALIDAD DE CANDARAVE, PALLATA, TALACA, QUILAHUANI Y SAN PEDRO.....	85
5.5.3.	LOCALIDADES DE YUCAMANI, PATAPATANI Y SANTA CRUZ.....	87
5.5.4.	LOCALIDAD DE CALLERACO.....	89
5.5.5.	LOCALIDADES DE TOTORA, MULLINI Y LA VICTORIA.....	90
5.5.6.	LOCALIDADES DE JIRATA Y BUENAVISTA.....	91
5.5.7.	LOCALIDAD DE ARICOTA.....	91
	 CAPITULO VI: SISMOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	92
6.1.	TIPOS DE EVENTOS SISMO-VOLCÁNICOS	92
6.2.	SISMOS PROFUNDOS Y SUPERFICIALES	94
6.2.1.	SISMOS PROFUNDOS	94
6.2.2.	SISMOS SUPERFICIALES	95
6.3.	SISMICIDAD HISTÓRICA	96
	 CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	99
7.1.	LOCALIDAD DE CANDARAVE, SAN PEDRO, TALACA PALLATA Y QUILAHUANI.....	99
7.2.	LOCALIDADES DE YUCAMANI, PATAPATANI Y SANTA CRUZ.....	101
7.3.	LOCALIDAD DE CALLERACO.....	102
7.4.	LOCALIDADES DE TOTORA, MULLINI Y LA VICTORIA.....	103
7.5.	LOCALIDADES JIRATA Y BUENAVISTA.....	104
7.6.	LOCALIDAD DE ARICOTA.....	104
	 CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS DE RIESGOS POR LOCALIDADES	105
8.1.	LOCALIDAD DE CANDARAVE.....	105
8.2.	LOCALIDAD DE SAN PEDRO	108
8.3.	LOCALIDAD DE TALACA	110
8.4.	LOCALIDAD DE PALLATA	112
8.5.	LOCALIDAD DE QUILAHUANI	114
8.6.	LOCALIDAD DE YUCAMANI.....	116

8.7.	LOCALIDAD DE PATAPATANI.....	118
8.8.	LOCALIDAD DE SANTA CRUZ.....	120
8.9.	LOCALIDAD DE CALLERACO.....	122
8.10.	LOCALIDAD DE TOTORA	124
8.11.	LOCALIDAD DE MULLINI	126
8.12.	LOCALIDAD DE LA VICTORIA	127
8.13.	LOCALIDAD DE JIRATA	128
8.14.	LOCALIDAD DE BUENAVISTA	129
8.15.	LOCALIDAD DE ARICOTA.....	131
CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		133
9.1.	CONCLUSIONES.....	133
9.2.	RECOMENDACIONES.....	135

Referencias Bibliográficas

Anexos

INTRODUCCIÓN

Se ha identificado una docena de volcanes potencialmente activos, que de NO a SE son: Sara Sara, Solimana, Coropuna, Ampato, Sabancaya, Chachani, Misti, Ubinas, Ticsani, Huaynaputina, Tutupaca, Yucamane y Casiri (Simkin & Siebert, 1994).

La zona de estudio se encuentra en las localidades aledañas al volcán Yucamane, considerado uno de los siete volcanes más activos del arco volcánico según Fidel & Huamani, 2001 y Rivera & Mariño, 2004; generaría sismos que afectarían aquellas viviendas con infraestructuras inadecuadas de construcción, dejando damnificados a cientos de familias.

En el presente trabajo se realizó una evaluación de la infraestructura física, así como las condiciones geológica-geotécnicas de los suelos de cimentación con fines de obtener la vulnerabilidad frente a un evento sísmico ocasionado por una reactivación volcánica, se tomó como antecedente la reactivación del volcán Sabancaya (2016), que según estudios geológicos efectuados por Mariño, 2012; Samaniego et al., 2016; Rivera et al., 2016, entre otros, muestran que el volcán Sabancaya es uno de los activos del Sur del Perú, que provocaron sismos de magnitud moderada (5,3 ML) y causó el derrumbe de viviendas en los centros poblados de Ichupampa, Maca, Yanque y Achoma, distrito de Chivay, provincia de Caylloma, región de Arequipa; estos volcanes forman parte del arco volcánico del Perú.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en la región de Tacna y provincia de Candarave, a una altitud de 3415 msnm. Como se puede apreciar en la Lamina N° RG-01. Geográficamente la zona de estudio se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas UTM WGS 84 (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1 Coordenadas de delimitación del área de estudio

Coordenadas	Puntos de delimitación			
	A	B	C	D
Este	365000	375000	375000	365000
Norte	8093000	8093000	8082500	8082500

Fuente: PROPIA

La zona de estudio es accesible por tres vías principales, la carretera Tacna-Tarata-Candarave (191,00 km), la carretera Tacna-Locumba-Candarave (171,80 km) y la carretera Binacional Ilo-Moquegua-Desaguadero (199,00 km).

1.2. CLIMA

El área de estudio se caracteriza por su clima frío moderado, con una temperatura media anual de 9,8°C, con una máxima de 18°C en primavera y una mínima de -2,0°C en los meses invernales de junio a agosto; existiendo un gran contraste térmico entre el día y la noche. En las partes más altas la temperatura ambiente durante el día varía de 11° a 4,1 °C y durante las noches se mantiene debajo del punto de congelación en alrededor de -07 °C fluctuando hasta -11°C.

Cuadro 1.2 Parámetros climáticos promedio de Candarave.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	18.9	18.6	18.4	18.4	17.1	16.1	15.8	16.8	17.7	18.9	19.6	19.6	18
Temp. media (°C)	11.7	11.7	11.1	10.3	8.6	7.1	6.8	7.6	9.1	10.1	11.2	11.7	9.8
Temp. mín. media (°C)	4.5	4.8	3.9	2.3	0.2	-1.9	-2.1	-1.5	0.6	1.4	2.8	3.8	1.6

Fuente: Climate-data.org

1.3. PLUVIOMETRÍA

En el área de estudio se localizan las estaciones de Candarave - 000876 con un promedio de precipitación anual de 396,20 mm y de Aricota - 117054 con 468,00 mm.

Las lluvias son estacionales, más del 90% de éstas son registradas durante los meses de diciembre a marzo y durante los meses de mayo a julio la precipitación es nula, condicionando el régimen irregular de los ríos.

Siendo la precipitación función de la altura (así como de otros factores), cerca de la zona de estudio se tiene dos estaciones como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.3 Estaciones Pluviométricas.

Nombre	Coordenadas		Altitud (Msnm)	Periodo de Registro	Cuenca
	Latitud	Longitud			
Candarave	17°16'16"	70°15'14"	3 435	1966-2010	R. Locumba
Aricota	17°19'32,2"	70°14'7,3"	2 825	2006-2010	R. Locumba

Fuente: SENAMHI, 2017.

1.4. HIDROGRAFÍA

Las quebradas y los ríos que se forman en esta región pertenecen a la cuenca del río Locumba, son de naturaleza irregular y torrentosa, dada la calidad del agua, tienen tendencia a incrementar su nivel de salinidad.

El volcán Yucamane separa las subcuencas del río Callazas y el río Salado: El río Callazas, se inicia en la laguna Suches a 4470 msnm, tiene una longitud de 60 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en la laguna Aricota. El caudal base del río Callazas (en estiaje) está constituido principalmente por el aporte de aguas subterráneas, a través de manantiales y manifestaciones geotermales a lo largo de su curso y/o quebradas tributarias (Qda. Azufre Grande y Qda. Azufre Chico).

El río Salado, nace al pie del nevado de Iscail Arjanco a 5515 msnm al NE del volcán Yucamane; tiene dos afluentes principales: el río Calientes y el río Jaruma. El río Calientes nace a una altura de 4200 msnm por la confluencia de varios cursos de agua provenientes de los nevados, manantiales y el aporte de manifestaciones geotermales, hasta la cota 3500 msnm tiene una longitud de 8,5 km, donde cambia de nombre por el de río Salado, éste luego de un recorrido de 11,4 km se une al río Jaruma, para luego de 8,5 km desembocar en la laguna de Aricota y continuar, aguas abajo, como río Curibaya, hasta la confluencia con el río Ilabaya, de donde prosigue hacia la costa con el nombre de río Locumba.

1.5. DRENAJE

En nuestra zona de estudio es representado mayormente por el sistema de drenaje radial, los que se encuentra alrededores de los volcanes Yucamane, Calientes y Yucamane Chico, asimismo los ríos Callazas, Salado y las zonas llanas están constituidas por el sistema de drenaje subparalelo.

1.6. FLORA

La zona se caracteriza por sus diferentes tipos de vegetación, esto gracias a la variedad de clima en la región; en los terrenos bajos del valle se cultivan

productos de panllevar como: papa, maíz, habas, trigo, entre otros; así como frutales y se observa diversos tipos de árboles, entre ellos tenemos a los eucaliptos, cipres, molle, etc. Asimismo, podemos citar a la vegetación existente en partes altas, típicas de altura, como variedades de yareta, tola, ichu, etc.

Foto 1.1 Flora de la Provincia de Candarave.



Fuente: PROPIA.

1.7. FAUNA

La población que habita en la zona se dedica a la crianza de ganado vacuno, ovino, auquénidos, como llamas y alpacas, minoritariamente porcinos y caprinos.

Existen animales silvestres los cuales tenemos a las vicuñas, venados, vizcachas, perdices, zorrinos y animales depredadores como: el zorro, el puma, el gavián y el cóndor.

Foto 1.2 Fauna de la provincia de Candarave.



Fuente: PROPIA.

1.8. POBLACIÓN

La población de la provincia de Candarave, según el censo de 2007, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) muestra que en total hay una población de 8373 habitantes, tanto en zonas rurales como zonas urbanas, distribuidas en sus 6 distritos que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1.4 Población de la provincia de Candarave.

Distritos	Población Nominalmente Censada (Hab.)	Superficie (Km²)	Altitud (M.S.N.M.)
Candarave	3174	1111,03	3415
Cairani	1355	371,17	2600
Camilaca	1724	518,65	3350
Curibaya	203	126,98	2400
Huanuara	823	95,61	3150
Quilahuani	1094	37,66	3175

Fuente: INEI. Censo Nacional, 2007.

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zona de estudio se encuentra alrededor del volcán Yucamane, considerado como uno de los siete volcanes más activos del Perú debido a que estamos ubicados en el Cinturón de Fuego del Pacífico, en donde se produce la subducción de las placas tectónicas, generando una serie de volcanes activos e inactivos.

El problema radica en la posible reactivación de dicho volcán, lo cual generaría sismos que afectarían aquellas viviendas inadecuadamente construidas.

Como parte de la tesis, se plantea realizar una evaluación de la infraestructura física, así como las condiciones geológica-geotécnicas de los suelos de cimentación de los centros poblados principales que presentarían mayor vulnerabilidad frente a sismos provocados por reactivación del volcán Yucamane, teniendo como antecedente el evento del volcán Sabancaya (2016) que provocaron sismos de magnitud moderada de 5,3 ML (Magnitud Local), que causó el derrumbe de viviendas en los centros poblados de Ichupampa, Maca, Yanque y Achoma, distrito de Chivay, provincia de Caylloma, región de Arequipa, considerando que estos volcanes se encuentran alineados en la misma dirección andina.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Las características geotécnicas de los suelos de cimentación, donde se encuentran emplazados los centros poblados aledaños al volcán Yucamane, garantizan la estabilidad de las viviendas en caso de un movimiento sísmico provocado por una posible reactivación dicho volcán?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de riesgo geotécnico, frente a una acción sísmica, como consecuencia de la probable reactivación del volcán Yucamane, provincia Candarave – región Tacna, con la finalidad de prevenir los probables daños en las viviendas.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer la geomorfología, geología y estructural del área de estudio.
- Efectuar estudios de mecánica de suelos para caracterizar los suelos de cimentación.
- Determinar el tipo de peligro
- Determinar el nivel de Vulnerabilidad de las viviendas de los pueblos aledaños frente a un evento sísmico producto de la reactivación del volcán Yucamane.
- Determinar el nivel de riesgo del área en estudio.
- Plantear la prevención y mitigación en respuesta al análisis de riesgo geotécnico.
- Obtener el título Profesional de Ingeniero Geólogo – Geotécnico.

2.4. HIPÓTESIS

Las características geotécnicas de los suelos de cimentación de los pueblos aledaños al volcán no garantizan la estabilidad de las viviendas de adobe ante la acción sísmica provocada por la reactivación del volcán Yucamane.

2.5. VARIABLES E INDICADORES

2.5.1. INDEPENDIENTE

- Características geotécnicas.

2.5.1.1. INDICADORES

- Densidad.
- Límites de consistencia.
- Cohesión.
- Granulometría.
- Capacidad portante.

2.5.2. DEPENDIENTES

- Construcción de viviendas.

2.5.2.1. INDICADORES

- Tipo de material de construcción: adobe o concreto.

2.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El sur del Perú pertenece a la Zona Volcánica de los Andes que se extiende hasta el norte del territorio chileno. De los estudios realizados por diferentes autores, se han llegado a catalogar poco más de 400 volcanes en el territorio peruano, la mayoría de dichos volcanes no son activos y no

representan algún peligro, sin embargo, en la zona sur del Perú existen volcanes activos como son: Misti, Ubinas, Huaynaputina, Ticsani, Sara Sara, Sabancaya, Coropuna, Ampato, Tutupaca, Yucamane, Purupuruni y Casiri.

El inicio de cualquier actividad volcánica está acompañada por una actividad sísmica, por lo que se requiere realizar una evaluación de los riesgos geotécnicos a los que estaría expuesta la infraestructura física de los centros poblados y, de esta manera, brindar una información técnica adecuada a las autoridades, instituciones y población involucrada; para así promover una cultura de prevención y mitigación ante esta amenaza.

2.7. ALCANCES

Con el estudio de riesgo se hará conocer a las autoridades pertinentes, instituciones y población involucrada, la vulnerabilidad de la zona en estudio ante la acción sísmica generada por la posible reactivación del volcán Yucamane, y puedan tomar acciones de control y mitigación ante los peligros existentes para evitar riesgos mayores.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Existen estudios de riesgos geológicos de la posible reactivación de volcanes realizados por diferentes Instituciones tales como el Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET) mediante el Observatorio Vulcanológico de INGEMMET (OVI), entre otros, por lo que se citará a continuación los estudios realizados en el área de estudio:

El volcanismo Cuaternario en América del Sur, se distribuye en tres grandes segmentos o cinturones sobre el margen occidental andino de la placa Continental Americana y está íntimamente ligado a los procesos geodinámicos de subducción de la placa de Nazca (Fidel et al., 1997). En el Perú, está comprendido en el Segmento Central (CVZ Central Volcanic Zone), que contiene la Cadena de los Andes Centrales de Perú - Chile - Bolivia y NW de Argentina, región donde el volcanismo no ha sido muy activo en los últimos cien años, pero que en términos de "pronóstico eruptivo" constituye una de las regiones de mayor peligro volcánico a nivel mundial. En el Perú se han reconocido e inventariado más de 400 estructuras volcánicas pliocuaternarias, según el Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET) se han censado 62 volcanes entre activos e inactivos para la región de Tacna, la mayor parte poco reconocibles por encontrarse en un estado muy avanzado de destrucción a causa de los agentes de meteorización. Las regiones con actividad volcánica en el país se concentran, entre los paralelos 15°30' y 17°28' de Latitud Sur, donde se localizan los 14 volcanes potencialmente activos, todos ellos en línea paralela a la costa, entre los cuales llama la atención la actividad de los volcanes Sabancaya, Ubinas y Misti.

En el borde occidental de Perú se desarrolla el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana con una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (Norabuena et al, 1999), siendo el mismo responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano.

El sistema volcánico Yucamane presenta tres conos principales y uno adventicio: El Yucamane Chico al norte del sistema, Calientes al centro, el Yucamane al sur y el cono adventicio Malpaso al SE del Yucamane (Fidel & Huamaní, 2001). El volcán Yucamane esta categorizado como latente, pero al haberse localizado fumarolas en su cráter, es considerado como potencialmente activo y su peligro de acuerdo a la escala de 0-16 puntos, según (Yocoy, 1984) puede considerarse con una escala de 7. La estratigrafía del sistema volcánico Yucamane evidencia hasta 21 eventos o secuencias volcánicas, en cuatro fases, cuya secuencia va desde el Barroso superior al Cuaternario reciente.

Según el Estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Candarave realizado por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) el 2002, en la localidad de Candarave se han identificado cinco peligros potenciales: sísmicos, reactivaciones de deslizamientos, huaycos y avenidas, caídas de rocas, derrumbes e inundaciones. En la mayor parte de los poblados alto andinos, el mayor porcentaje de las viviendas han sido construidas a base de adobe y quincha. Los depósitos de escombros y de relleno de depresiones, sobre el cual se encuentra el poblado, es considerado como estable, por lo cual, sólo el material de construcción de las viviendas es el principalmente motivo por lo cual son vulnerables ante un movimiento sísmico, estos

peligros se caracterizan por estar ubicados en las laderas de depósitos de escombros de deslizamiento y de relleno de depresiones. Por su pendiente, alta humedad (debido a la alta pluviosidad) y gravedad tienden a deslizarse. Según el Mapa de Peligros UNJBG- INDECI, los eventos pluviales que se presentan en esta zona en los meses de Enero, Febrero y Marzo, generalmente, suelen generar flujos de barro, los cuales pueden dañar viviendas, obras de ingeniería (carreteras, puentes, etc) y sistemas de riego de los terrenos de cultivo; el fenómeno es particular, presentándose en dos direcciones, una avenida entraría al poblado con dirección NorOeste Sur, desde el poblado de San Pedro y la otra avenida ingresaría con dirección Oeste-Este desde la escarpa antigua de deslizamientos en la Formación Huaylillas. Estos peligros ponen en riesgo las viviendas e infraestructura instalada en el poblado. Como muestra de ello, en el año 2001 se inundó el cementerio, estadio, colegio estatal y alrededores, debido a las dos quebradas que convergen en el poblado (desde el NorOeste y el Oeste). Este fenómeno causó daños sólo a la infraestructura. La presencia de material inorgánico (basura) y bloques de roca dentro del cauce de quebrada principal que atraviesa el poblado de Candarave, facilitaría el incremento del volumen y densidad de una posible avenida en época de lluvias.

Se considera que el estratovolcán Yucamane es el más reciente de un conjunto de volcanes extintos y erosionados que conforman el complejo volcánico Yucamane Chico-Calientes-Yucamane; asimismo se considera parte de los siete volcanes activos emplazados durante el Plioceno-Cuaternario en el Sur Peruano (Rivera & Mariño, 2004). En una probable reactivación las caídas de téfras, flujos piroclásticos, flujos de barro, y avalancha de escombros afectarían a los poblados de la provincia de Candarave, en las localidades de Yucamani, Patapatani, Santa Cruz,

Totora, Mullini y la Victoria, donde habitan cerca de 9600 pobladores. También podrían ser afectados durante erupciones volcánicas futuras, los terrenos de cultivos, variadas obras de riego y viales, e importantes lagunas que son patrimonios hídricos de la zona, los cuales se localizan en los alrededores del volcán Yucamane.

El complejo volcánico Tutupaca está formado por tres edificios sucesivos: el Tutupaca basal, un edificio lávico, altamente erosionado e hidrotermalizado, y dos edificios gemelos, el Tutupaca Noroeste y el Tutupaca Noreste, el edificio más joven del complejo (Manrique et al., 2012). Este edificio es un complejo de domos jóvenes que no muestran evidencias de erosión glaciaria por lo que se considera que tiene una edad Holocénica.

(Manrique, 2013) El Complejo Volcánico Tutupaca (CVT) está emplazado sobre un sustrato conformado por ignimbritas de la Formación Huaylillas, la cual ha sido datada entre 12 a 24 Ma. Además en áreas cercanas al CVT se han identificado rocas volcánicas del Cretáceo Superior al Plioceno, como el Grupo Toquepala, Grupo Barroso y Formación Sencca. Las dataciones de los flujos de ceniza de la última etapa de emisión coinciden con la erupción histórica del volcán Tutupaca, de 1789 y 1802, descritos en las crónicas por (Zamacola & Jáuregui, 1804) y (Dean Valdivia, 1874).

En la Provincia de Candarave, donde se ubican los volcanes Tutupaca y Yucamane, los cuales podrían ser afectados en caso de una eventual reactivación de estos volcanes (Macedo et al., 2014). Por otro lado, los autores citan que en las zonas aledañas a estos volcanes se encuentran vulnerables obras de infraestructuras importantes, como son: Un tramo de la carretera Binacional Ilo - Desaguadero - La Paz, varios canales de riego,

la represa Pasto Grande; así como las lagunas Suches, Vizcachas, Aricota, Vilacota y la cuenca del río Callazas, que abastecen de agua a los poblados cercanos, y a la ciudad de Tacna. Por otro lado, la actividad económica de la población aledaña a estos volcanes es netamente agrícola y ganadera, de esta zona se exporta gran cantidad orégano de alta calidad, así como es considerada la mejor zona productora de ganado ovino. Por ende la región resulta vulnerable a la ocurrencia de cualquier evento, por falta de preparación de la población en riesgo.

Los estudios tefroestratigráficos del volcán Yucamane señalan que durante la época post-glaciar (post-LGM, i.e. < 18-24 ka), identificó al menos 4 erupciones explosivas importantes, cuyos depósitos de caída de tefra se encuentran distribuidos en la parte oriental y sur-oriental del edificio (Vela, 2015). El depósito más reciente de la última erupción subpliniana aflora muy bien, en la planicie denominada Pampa Cambaya Apache ubicada al oriente del edificio, este depósito aflora hasta el pueblo Hueltajavira (anexo del poblado de Santa Cruz). También se considera como parte de la erupción a un depósito de flujo piroclástico de pómez y ceniza que se ubica al NE y NW del volcán, el cual en base a su posición estratigráfica y a la composición de la pómez, correspondería al mismo evento eruptivo.

Los deslizamientos de tierras volcánicas pueden ser catastróficas al ser incorporadas en avalanchas de escombros resultantes (Valderrama et al., 2016). Las diferentes propiedades del material puede influir en el comportamiento mecánico y, por lo tanto, en el emplazamiento de mecanismos de las diferentes unidades de avalancha. Los autores presentaron datos de un estudio hidrotérmico y magmático de deslizamiento volcánico en el volcán Tutupaca (Tacna-Perú).

En el Perú la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año, se registra y se reporta un promedio de 200 sismos percibidos en superficie con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes $ML \geq 4.0$. Los sismos de magnitud mayor ($M \geq 7.0$), son menos frecuentes y cuando ocurren tienen su origen en el proceso de fricción de placas. (Tavera et al., 2016) estos eventos producen importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 ($M_w=8.2$) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 ($M_w=7.9$). A niveles más profundos, estos sismos pocas veces producen daños en razón que la energía emitida se atenúa rápidamente antes de llegar a la superficie; sin embargo, es frecuente observar efectos secundarios como licuación de suelos y deslizamientos de tierra y piedras en zonas de alta pendiente.

Según el autor Tavera et al., 2013 los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen daños de consideración en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de Mayo de 1990 (6,0ML) y 5 de Abril de 1991 (6,5ML); asimismo, los sismos del 12 de Abril de 1998 (5,2ML) y 17 de julio del 2013 (5.7 ML), en las cercanías de la localidad de Huambo en el Cañón del Colca. En general, los efectos producidos por estos eventos consideran daños mayores en viviendas de adobe y piedra, además de deslizamientos de piedras y tierra en zonas de pendiente alta.

En la región sur del Perú, el 14 de agosto del 2016 ocurre un sismo de tipo cortical con una magnitud moderada de 5,3 ML y con epicentro ubicado a 10 km al oeste de la localidad de Chivay (Arequipa). El sismo ocurrió a

una profundidad de 8 km (foco superficial) y en general, presento un área de percepción con radio del orden de 100 km ($I_{max}=II$), siendo mayor su intensidad ($I_{max}=VI$) entorno a las localidades de Ichupampa, Maca, Yanque y Achoma, distrito de Chivay, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa.

3.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

3.2.1. MECÁNICA DE SUELOS

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tenga no materia orgánica (Terzaghi & Peck, 1973).

Para la clasificación de un suelo es necesario conocer tres tipos de propiedades, las que se muestran a continuación:

Cuadro 3.1 Propiedades de los Suelos

Propiedades Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Textura, granulometría, tamaño y forma de grano. • Límites de Attemberg. • Consistencia de Suelo. • Plasticidad.
Propiedades de Estado	<ul style="list-style-type: none"> • Índices Físicos. • Compacidad y densidad relativa. • Estructura de los suelos.
Propiedades de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad. • Resistencia. • Comprensibilidad o deformabilidad.

Fuente: Chávez, 2004

El conocimiento de estas propiedades permitirá desarrollar en este proyecto la evaluación geotécnica siendo esta la capacidad portante, asimismo con los datos citados se puede analizar la estabilidad de taludes, entre otros.

3.2.1.1. GRANULOMETRÍA

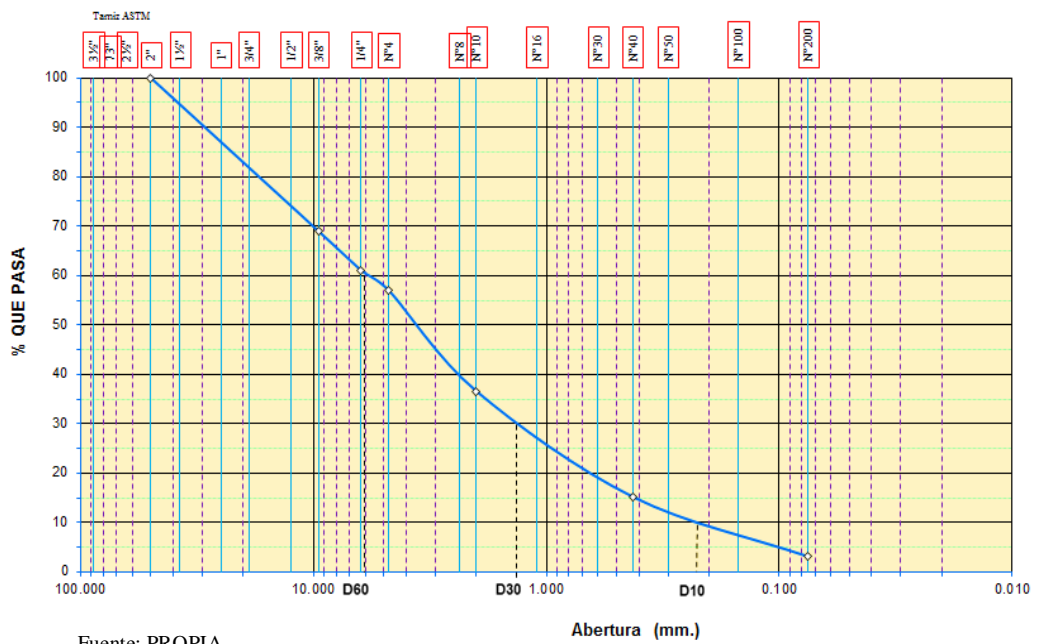
La granulometría se define como la repartición en promedio de las dimensiones de las partículas constituyentes del suelo, expresada en términos del porcentaje del peso total del material.

Como la variación del peso de las partículas es en general baja, la distribución de los tamaños en función de peso o volumen son prácticamente equivalentes en la práctica. (Sáez, 2010) la granulometría se representa a través de una curva granulométrica.

Asimismo la textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales que se encuentran formando sustratos, esto según sea el tamaño, porosidad o absorción del agua en la partícula del suelo o sustrato. Se representa a través de una curva granulométrica (Fig.3.1) trazada en una escala semi-logarítmica en donde: Las abscisas se representan en escala logarítmica el diámetro medio de las partículas D en milímetros (mm). Las ordenadas en escala natural, que corresponden al porcentaje en peso de las partículas menores que el tamaño correspondiente (porcentaje acumulado pasando en peso).

La forma de la curva nos brinda una impresión inmediata de la distribución granulométrica, a continuación mostramos una representación de la distribución granulométrica.

Figura 3.1. Curva granulométrica



Fuente: PROPIA.

Y como medida simple de la uniformidad de un suelo, Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

En donde:

D_{60} : Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo, sea igual o menor

D_{10} : Tamaño tal, sea igual o menor que el 10%, llamado también diámetro efectivo por Hazen.

Hay que resaltar que la relación de Cu es un coeficiente de no uniformidad, pues su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.2 Coeficiente de uniformidad

Valores	Descripción
Cu < 5	Suelo uniforme, mal graduado
5 < Cu < 15	Suelos no uniformes
Cu > 15	Suelos bien graduados

Fuente: Hazen, 1911.

También se tiene que considerar como dato complementario y necesario para definir la graduación, a través del coeficiente de curvatura del suelo, que se presenta de la siguiente manera:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

En donde D_{60} y D_{10} son los mismos valores del que se mencionó anteriormente, y el D_{30} se define análogamente a los anteriores. La relación que presenta es lo siguiente (Cuadro 3.3):

Cuadro 3.3 Coeficiente de Curvatura.

Valores	Descripción
$1 \leq C_c \leq 3$	Suelos bien graduados, con amplio margen de tamaño de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

Fuente: (Saez, 2010)

En suelos granulares como gravas y arenas se habla de suelos bien y mal graduados. Un material se considera bien graduado si tiene bien repartido todos los tamaños de

partículas. Se considera mal graduado si faltan partículas de cierto diámetro.

Los coeficientes de uniformidad y curvatura de un suelo bien graduado se indican en el siguiente cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Coeficiente de uniformidad y curvatura

	Cu	Cc
Gravas	> 4	$1 \leq Cc \leq 3$
Arenas	> 6	$1 \leq Cc \leq 3$

Fuente: (Saez, 2010)

El análisis granulométrico se puede realizar hasta aproximadamente 80[μm] de diámetro en seco o en agua. Para la fracción más gruesa del material se emplean las mallas ASTM de 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4" y 1/2" de abertura. Para la fracción más fina se utilizan las mallas N°4, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100 y 200, donde el número indica la cantidad veces que cabe la abertura de la malla en una pulgada, descontado el diámetro del alambre.

Bajo el tamiz N°200, para suelos finos o cohesivos, el análisis granulométrico se efectúa por sedimentación. La metodología está basada en la ley de Stokes (aplicable a suspensiones de baja concentración), que entrega la velocidad límite de decantación v_{dec} de partículas esféricas en suspensión en un líquido en reposo en función del diámetro D:

$$v_{dec} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18n} D^2$$

Dónde: n es la viscosidad del fluido.

En el caso de partículas finas o muy finas de forma irregular (discos o laminillas), la ley de Stokes requiere el empleo de un diámetro equivalente. El ensayo consiste en medir con un densímetro la densidad de la suspensión a varios instantes.

3.2.1.2. LÍMITES DE ATTEMBERG

Se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo. Con norma ASTM D 4318.

- **Límite Líquido (LL).**- Se llama así cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Para llevar este procedimiento y calcular la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.
- **Límite Plástico (LP).**- Se denomina límite plástico cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Los Límites de Atterberg son mundialmente utilizados en la clasificación de suelos finos. Encontrar relaciones entre estos límites y las propiedades del suelo ha sido materia de investigación durante muchos años. (Terzaghi & Peck, 1973) sugirieron la proporción directa entre LL y la compresibilidad del suelo.

3.2.1.3. CONSISTENCIA DEL SUELO

La consistencia es la resistencia del suelo a ser deformado o amasado (remoldeado o roto), gobernada por las fuerzas

físicas de adhesión y cohesión, las cuales dependen del contenido de humedad del material, es por esto que la consistencia se expresa en términos de seca, húmeda y mojada.

Esta cohesión y adhesión del suelo comprende:

- El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- La tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias.
- Las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

La consistencia del suelo, es la manifestación de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión que actúan dentro del mismo bajo varios estados de humedad, o sea, resistencia a la deformación o ruptura cuando se aplica una fuerza. La consistencia varía con la textura, materia orgánica, cantidad y naturaleza del material coloidal hasta cierto punto con la estructura y especialmente con el contenido de humedad.

La clasificación de la consistencia se hace con el suelo seco, húmedo y muy húmedo. Bajo condiciones de sequedad se dice que el suelo es blando, suave, duro, muy duro o cementado, cuando el suelo está húmedo se describe como muy friable, friable o poco friable, cuando está muy húmedo, (por encima de la capacidad de campo) se distinguen dos condiciones: plasticidad y pegajosidad. Así, se habla de suelos poco plásticos, plásticos, muy plásticos y suelos poco pegajosos, pegajosos y muy pegajosos.

Pueden darse condiciones combinadas como de alta plasticidad y poca pegajosidad, dependiendo de los tipos de arcillas, sus cantidades y de sus cationes adsorbidos.

A muy bajos contenidos de humedad, el agua cerca de las partículas adquiere gran coherencia y viscosidad y se estima que la viscosidad debe ser cercana a la del hielo. A mayores contenidos de humedad, el suelo se vuelve plástico y pegajoso, esto es, exhibe características de flujo. Las propiedades de viscosidad del suelo se vuelven similares a la del agua en estado líquido.

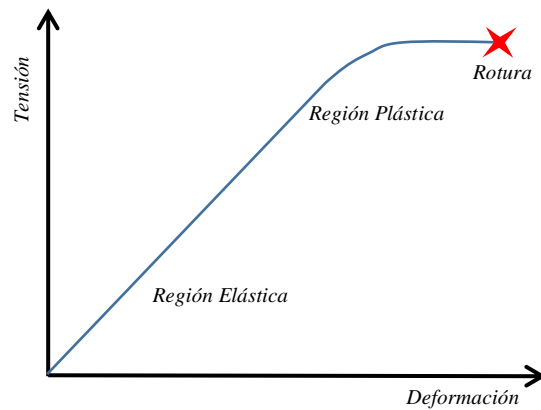
Un suelo plástico y pegajoso pierde estas propiedades, cuando su contenido de agua decrece. Adquiere entonces características de friabilidad siendo suave al tacto. Si la pérdida de agua incrementa, el suelo pasa al estado seco volviéndose firme y más aún, duro. Las sugerencias de clasificación de Atterberg, sin incluir el estado viscoso de los suelos, se han dividido en cuatro estados de consistencia:

- Pegajosa: característica de adherencia a los objetos.
- Plástica: característica para ser moldeado.
- Suave: caracterizado por la friabilidad.
- Firme: caracterizado por su dureza.

El concepto de consistencia del suelo, incluye algunas propiedades tales como la resistencia a la compresión, la friabilidad, la plasticidad, y la viscosidad.

Observaciones de campo y de laboratorio, han llevado a la conclusión de que la consistencia del suelo varía con propiedades como: la textura, el contenido de materia orgánica, el total de materia coloidal, la estructura (en cierto grado) y el contenido de humedad.

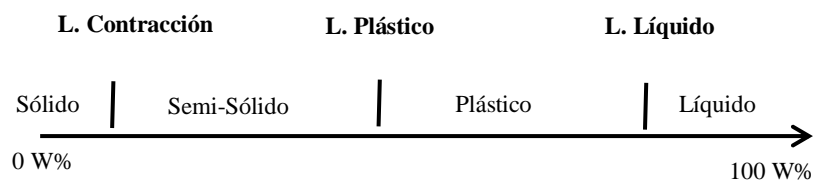
Figura 3.2 Curva Esfuerzo - Deformación para material plástico



Fuente: Atterberg, 1911.

Los suelos plásticos cambian su consistencia al variar su contenido de agua, de allí que se pueden determinar sus estados de consistencia si se conoce la frontera entre estos. Los estados de consistencia de una masa de suelo plástico, en función del cambio de su contenido de humedad son: sólido, semisólido, plástico y líquido. Estos cambios se dan cuando la humedad en las masas de suelo varía.

Figura 3.3 Límites de Consistencia



Fuente: Atterberg, 1911.

El significado de los contenidos de agua que sirven de límite para cada estado físico, fue descrito por el científico de suelos sueco, Albert Atterberg en 1911. Estas fronteras definieron lo que se conoce hoy en día como límites de Atterberg, de los que se mencionó anteriormente.

3.2.1.4. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Este índice de plasticidad sencillamente se calcula realizando la diferencia entre el Límite Líquido y el límite plástico. Atterberg definió el índice de plasticidad para describir el rango de contenido de humedad natural sobre el cual el suelo era plástico.

$$IP = LL - LP$$

Cuadro 3.5 Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Plasticidad	Características	Rango IP
No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla	IP = 0
Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad	IP < 7
Media	Suelos arcillosos	7 < IP ≤ 20
Alta	Suelos muy arcillosos	IP > 20

Fuente: MTC.

3.2.1.5. DENSIDAD IN SITU

El ensayo permite obtener la densidad de terreno y así verificar los resultados obtenidos en faenas de compactación de suelos, en las que existen especificaciones en cuanto a la humedad y la densidad. Entre los métodos

utilizados para realizar esta actividad, se encuentran el método del cono de arena, el del balón de caucho e instrumentos nucleares entre otros. Asimismo se puede estimar resultados de densidad in situ a través de tablas.

3.2.1.6. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Para la determinación y cuantificación de los suelos, con los ensayos realizados de los que se citan en la parte superior, tienen un objetivo común el de clasificar los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus caracteres físicos y propiedades geomecánicas. Por lo tanto tenemos diferentes sistemas de clasificación de Suelos tales como: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), American Association of State Highway and Officials (ASSTHO), Sistema Británico, entre otros.

a) Sistema de Clasificación ASSTHO

Este sistema nace con el fin de evaluar los suelos sobre los cuales se contraían las carreteras en 1929 en EEUU; describe un procedimiento para clasificar a los suelos en siete grupos, con una base sobre los ensayos de laboratorio, límite líquido e índice de plasticidad.

A la vez estos se evalúan en un “Índice de Grupo”, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$IG = (F-35) [0,2+0,005(W_L-40)] + 0,01(F-15)(IP-10)$$

Dónde:

F = Porcentaje que pasa el tamiz de abertura 0,08mm expresado en números enteros.

W_L = Limite Líquido.

LP = Limite Plástico.

IP = Índice de Plasticidad.

Este índice de grupo se informa en números enteros y si es negativo su valor será igual a cero (0).

Cuadro 3.6 Clasificación ASSTHO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS PASA POR EL TAMIZ N° 200)						MATERIALES LIMOSO ARCILLOSO (MÁS DEL 35% PASA EL TAMIZ N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	-50 máx 25 máx	-51 mín 10 máx	-35 máx				-36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de elasticidad	-		-	40 máx 10 mín	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 mín	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

⁽¹⁾No plástico.

⁽²⁾El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30.

b) Sistema de Clasificación SUCS

Este sistema se divide el suelo en dos grupos, uno de granos gruesos y otro de granos finos; los granos gruesos son considerados como tal cuando el 50% de su peso es mayor a 0,08 mm si dentro de este porcentaje el 50% de su peso queda retenido en el tamiz de 5mm se le asigna la letra “G” y en sentido contrario, es decir, que si el

50% del peso de las partículas para el tamiz de 5mm se asigna la letra “S”.

Asimismo a las letras mencionadas “G” y “S” se le acompaña con una segunda letra que nos indicara e tipo de graduación, las cuales corresponden a la siguiente definición:

W = Buena graduación con poco o ningún fino.

P = Graduación pobre uniforme o discontinua con poco o ningún fino.

M = Que contiene limo o limo arena.

C = que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos son los que contienen un 50% de su peso menor a 0.08 mm a la vez estos están representados por tres grupos adicionales a lo anterior, por las siguientes letras:

C = Representa a las arcillas.

M = Representa a los limos.

O = Representa a los limos o arcillas orgánicos.

L = Si el límite líquido es menor a 50.

H = Si el límite líquido es mayor a 50.

Cuadro 3.7 Clasificación SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N°4 (4,76 mm)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N°4 (4,76 mm)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
		ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		
		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.				
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50%	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	(Continuation of the Casagrande chart)	
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50%	CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.		
		OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.		
Suelos muy orgánicos	PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

3.2.2. GEOTÉCNIA

La geotecnia hace alusión al conjunto de reconocimientos y ensayos o pruebas realizadas al terreno de un área determinado y a la interpretación de los datos obtenidos en los mismos, que permiten caracterizar los diversos suelos presentes en la zona de estudio y sus propiedades, en función de los objetivos y características del proyecto.

3.2.2.1. CAPACIDAD PORTANTE

Se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno, tal que no se produzcan un fallo, por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

La capacidad de carga última (Q_u), es decir, aquella capacidad donde se originará una falla repentina en el suelo que soporta la cimentación (Terzaghi, 1943) de la siguiente manera:

$$Q_u = cNc + qNq + \frac{1}{2}\gamma B N\gamma$$

Dónde:

c = Cohesión del Suelo.

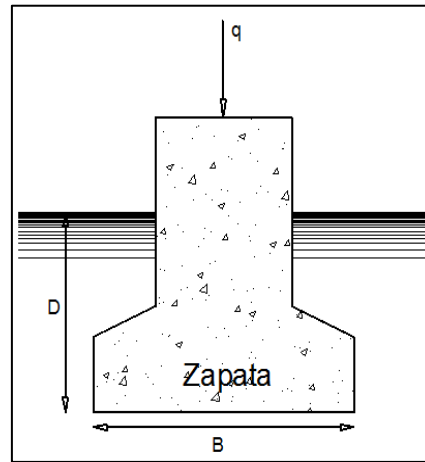
γ = Peso específico del suelo.

q = Sobrecarga ($q = \gamma D$).

B = Menos distancia de la zapata.

N_c , N_q , N_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están en función de ángulo de fricción del suelo (ϕ).

Figura 3.4. Dimensiones de una Zapata Superficial



Fuente: PROPIA.

Estos factores pueden ser hallados a través de tablas o también a través de fórmulas matemáticas como las siguientes:

$$N_\gamma = \frac{1}{2} (N\phi^{\frac{5}{2}} - N\phi^{\frac{1}{2}})$$

$$N_q = N\phi^2$$

$$N_c = Kp = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

Es necesario siempre considerar factores de corrección que contemplen la forma de las fundaciones o cimentaciones, por lo cual se obtiene la siguiente ecuación, que es de uso más general:

$$Qu = cNcSc + qNqSq + \frac{1}{2} \gamma BN\gamma Sy$$

En donde: Sc, Sq, Sy son factores de forma, sus valores van de acuerdo al tipo de fundación:

Cuadro 3.8 Factores de Forma

Factores de Forma			
Fundación	Sc	Sq	Sy
Corrida (B, L.)	1,0	1,0	1,0
Cuadrada (B=L)	1,3	1,0	0,8
Circular (B=diámetro)	1,3	1,0	0,6

Fuente: Terzaghi, 1943.

Una vez calculada la presión de hundimiento se establece una presión de trabajo o admisible máxima (σ_{adm}) dividiendo la presión de rotura teórica (P_h) por un factor de seguridad global, según tipo de cimentación (Ver cuadro 3.9).

$$\sigma_{adm} = \frac{P_h}{FS}$$

Cuadro 3.9 Factores de Seguridad Globales Mínimos

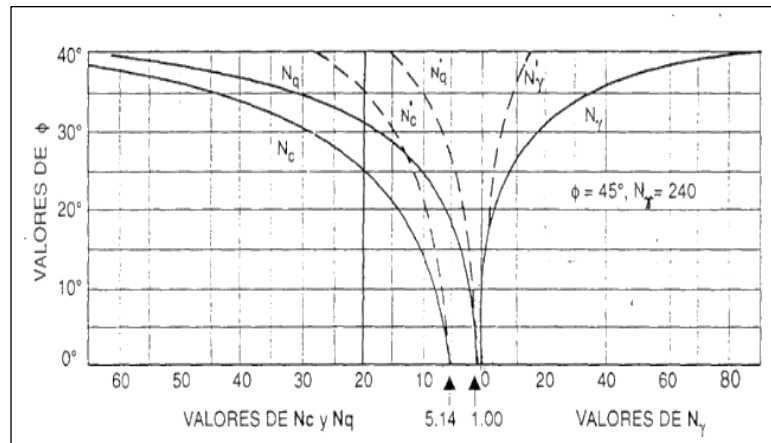
Condición	F.S.
Fundaciones Superficiales	3,0
Pilotes o pilas sin prueba de carga	2,0
Pilotes o pilas con pruebas de carga	1,6

Fuente: GICO-UPC, Ingeniería Geotécnica.

Para el caso de corte local y punzonamiento el Dr. Tezaghi corrigió su fórmula para corte general así:

$$Qu = c'N'c + qN'q + \frac{1}{2} \gamma BN'\gamma$$

Figura 3.5. Factores de capacidad de carga para aplicación de la teoría de Terzaghi



Fuente: Terzaghi, 1943.

Los valores de la capacidad portante que se está tomando como referencia para nuestra investigación son de la Norma E-080 Diseño y Construcción Reforzada con Tierra que se resume mediante el siguiente cuadro:

Cuadro 3.10 Capacidad portante admisible

Valores	Descripción
$> 3,0 \text{ Kg/cm}^2$	Buena
$1,0 - 3,0 \text{ Kg/cm}^2$	Regular
$< 1,0 \text{ Kg/cm}^2$	Baja

Fuente: Norma E-080

3.2.2.2. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS

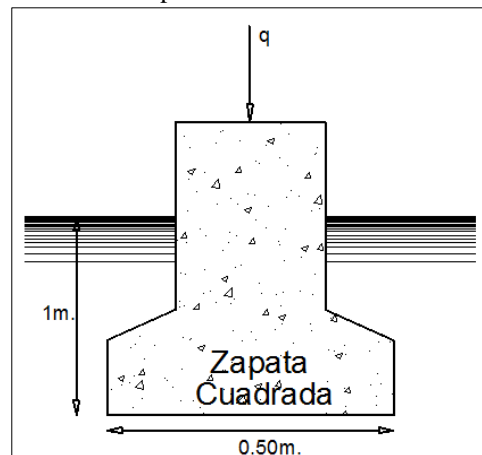
a) **Propiedades Ingenieriles de los Suelos.-** Para la determinación de manera directa de las propiedades como el ángulo de fricción y de cohesión de los materiales se realiza ensayos de corte directo o de compresión triaxial, consiste en tener las muestras de suelo indeformadas, se busca preservar las condiciones de estructura y

empaquetamiento in situ de la muestra, para que no se incurra a errores; sin embargo en este proyecto no se realizó los ensayos mencionados, por lo que se hizo uso de las tablas y figuras de correlación (ver anexos) de manera indirecta para obtener los resultados de las propiedades mencionadas anteriormente, a través de propiedades físicas y mecánicas.

b) Análisis de Capacidad de Carga.- Citamos para este proyecto dos condiciones de capacidad de carga, condiciones estáticas y condiciones pseudoestáticas.

Condiciones Estáticas.- Este análisis se desarrolla a través de condiciones ideales de una zapata cuadrada para una estructura de concreto de dos pisos, dicha zapata presenta las siguientes condiciones: 0.50 metros de lado y una profundidad de 1 metro.

Figura 3.6. Zapata Idealizada para la Determinación de la Capacidad Portante.



Fuente: PROPIA.

Teniendo los datos necesarios podemos calcular la capacidad de carga admisible (Q_u) según ecuación:

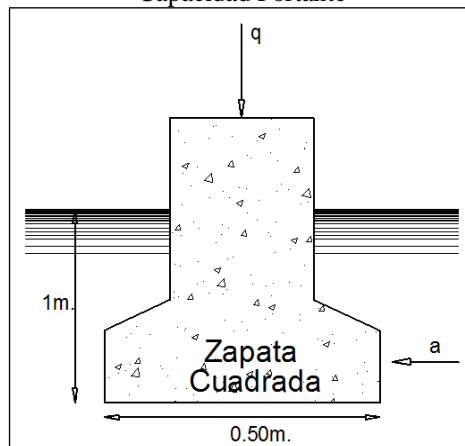
$$Q_u = cNcSc + qNqSq + \frac{1}{2}yBNySy$$

Mientras que la capacidad admisible (Q_a) se calculó dividiendo la capacidad de carga última (Q_u) con un factor de seguridad igual a 3, según la Norma Peruana E-50 (de Suelos y Cimentaciones).

Para efectos de zonificación a partir de la capacidad de carga admisible (Q_a), se agruparon los resultados del mismo parámetro numérico que obedecen a una calificación cualitativa general.

Condiciones Pseudoestáticas.- El análisis y la zonificación para esta condición es lo mismo que la condición estática, la diferencia está en considerar una fuerza sísmica horizontal actuante sobre una estructura.

Figura 3.7. Zapata Idealizada para la Determinación de la Capacidad Portante



Fuente: PROPIA.

Para efecto de los cálculos se ha usado el método de (Vesic, 1975) para lo cual se usa ángulo de fricción ϕ_{dy} , el que consiste en:

$$\phi_{dy} = \phi - 2^\circ \text{ (Vesic, 1975)}$$

Es decir que, ϕ_{dy} se sustituye por ϕ , para los cálculos de capacidad portante última en las ecuaciones que corresponden a los factores de carga adimensionales N_c , N_q , N_y .

3.2.2.3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La caracterización geotécnica consiste en determinar la composición y propiedades físicas, químicas, mecánicas, hídricas del terreno donde se proyecta la zona de estudio. Para una buena caracterización geotécnica del terreno es recomendable partir por dos premisas que se citan a continuación:

- El terreno de cimentación es un medio natural heterogéneo y en ocasiones complejo.
- En la actualidad existen técnicas de reconocimiento y ensayos que permiten su adecuada caracterización; y también permiten predecir su comportamiento durante la ejecución de una obra y una vez construido el edificio, si se conocen y aplican correctamente los principios de la Mecánica de Suelos.

Las unidades geotécnicas establecidas permiten diferenciar y zonificar áreas de acuerdo a su geotecnia, a través de trabajos realizados tanto in situ como en gabinete o

interpolación de datos, tales son como la geología, geomorfología, topografía, capacidad portante, distribución de suelos, entre otros, a lo que se superpone toda esta información y como resultado se tiene un mapa de zonificación geotécnica.

Condiciones Pseudoestáticas.- Las unidades geotécnicas son obtenidas con las mismas consideraciones y evaluaciones que las condiciones estáticas, con la única diferencia que aquí se considera la existencia de un sismo provocado por la reactivación del volcán, el elemento que varía será la capacidad portante.

3.2.3. SISMOLOGÍA

La sismología es la ciencia que estudia los terremotos y los fenómenos asociados con ellos. En sus inicios, era una mera ciencia observacional, hasta que en el último Siglo tuvo un gran avance por el desarrollo tecnológico alcanzado (Estrada, 2012).

Podemos clasificar los sismos de la siguiente manera:

- **Sismos volcánicos.-** se producen como consecuencia de la actividad propia de los volcanes y por lo general son de magnitud baja a media y se limitan al aparato volcánico. Por ejemplo los sismos ocurridos el 12 de Abril de 1998 (5,2ML), 17 de julio del 2013 (5,7 ML) en las cercanías de la localidad de Huambo (Arequipa) y el 14 de agosto del 2016 (5,3ML) ocurrido al Oeste de la localidad de Chivay (Arequipa) producto de la reactivación del volcán Sabancaya, los efectos producidos por estos eventos consideran daños mayores en viviendas de

adobe y piedra, además de deslizamientos de piedras y tierra en zonas de pendiente alta (Tavera et al., 2016). Además según indican las estadísticas mundiales, muy pocas veces han rebasado los 6 grados en la escala de magnitud.

- **Sismos tectónicos.-** Producen el 90 % de los terremotos y dejan sentir sus efectos en zonas extensas, pueden ser sismos interplaca (zona de contacto entre placas) o sismos intraplaca (zonas internas de estas).

Los sismos de interplaca se caracterizan por tener una alta magnitud (7), un foco profundo (20 Km), y los sismos de intraplaca tienen magnitudes pequeñas o moderadas.

- **Geodinámica Externa.-** Afectan a una región muy pequeña y se deben a hundimientos de cavernas y cavidades subterráneas; trastornos causados por disoluciones de estratos de yeso, sal u otras sustancias, o a deslizamientos de terrenos que reposan sobre capas arcillosas.
- **Sismos Antrópicos.-** Otro sismo local es el provocado por el hombre originado por explosiones o bien por colapso de galerías en grandes explotaciones mineras. También se ha supuesto que experimentos nucleares, o la fuerza de millones de toneladas de agua acumulada en represas o lagos artificiales podría producir tal fenómeno.

3.2.3.1. ESCALAS DE INTENSIDAD Y MAGNITUD

Tenemos dos medidas de escalas que podemos utilizar para cuantificar o medir los temblores, la escala de magnitud está relacionado con la energía liberada y la intensidad, con los daños producidos por el sismo. Ambas escalas son

necesarias puesto que miden aspectos diferentes de la ocurrencia de un sismo.

La escala de Intensidad de Mercalli es denotada por números romanos del I al XII y la Magnitud (una medida que no es subjetiva como la intensidad y que además no cambia con la ubicación), esta escala fue ideada por Wadati en 1931 y mejorada por Richter en 1935. Así mismo esta se mide en un intervalo de 0 a 12, siendo 12 la magnitud de sismo catastrófico mundial.

3.2.4. VULCANOLOGÍA

Ciencia que se dedica al estudio de los volcanes y lo relativo a sus erupciones, estructura, Petrología y origen. También estudia los efectos que los fenómenos volcánicos ejercen sobre la atmósfera e hidrosfera terrestre, así como el aporte de elementos químicos sobre la Corteza terrestre y la distribución de los yacimientos minerales ligados a ellos.

3.2.4.1. CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO

Se extiende a lo largo de más de 40,000 kilómetros desde Nueva Zelanda hasta la costa oeste de Sudamérica, a través de las costas del este de Asia y Alaska y las del noreste de Norteamérica y Centroamérica. En esta zona se registra una altísima actividad sísmica y volcánica.

El Cinturón de Fuego del Pacífico concentra un 75 por ciento de los volcanes activos del mundo, y en él se produce hasta el 90 por ciento de los terremotos. También se encuentran numerosas islas y archipiélagos en conjunto, así

como volcanes que, por lo regular, se caracterizan por tener erupciones violentas y explosivas. Igualmente son comunes los arcos volcánicos, que son cadenas de volcanes situados encima de placas de subducción.

3.2.4.2. ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV)

El índice es el producto de la combinación de varios factores mensurables y o apreciables de la actividad volcánica. Los valores asignados por el IEV corresponden a los siguientes grados de erupción de un volcán:

- 0 = No explosiva.
- 1 = Pequeña erupción.
- 2 = Erupción moderada.
- 3 = Moderadamente grande.
- 4 = Grande.
- 5 = Muy grande.
- 6 a 8 = Erupción Cataclísmica.

Composición y estructura de las erupciones volcánicas.-

Hay diversas clases de actividad y de erupciones volcánicas:

- Erupciones (erupciones de vapor).
- Erupción explosiva de lava (con cantidad alta de silicatos).
- Erupción efusiva de la lava (con cantidad alta de silicatos).
- Flujos lahares.
- Emisión piroclásticos.

Todas estas actividades pueden presentar un peligro para los seres humanos.

Los terremotos, las fumarolas, y los géiseres acompañan a menudo actividad volcánica y las concentraciones de diversos gases volcánicos pueden variar considerablemente a partir de un volcán al siguiente.

Las erupciones volcánicas fuertes, explosivas, expulsan el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el dióxido de sulfuro (SO₂), el cloruro de hidrógeno (HCl), el fluoruro del hidrógeno (HF) y la ceniza (roca y piedra pómez pulverizadas) que llegan a la estratosfera a alturas de 16-40 kilómetros sobre la superficie de la Tierra.

3.2.5. ESTIMACIÓN DE RIESGOS

Los procesos geodinámicos afectan de diversas formas a la superficie terrestre, podemos diferenciar dos tipos, procesos geodinámicos externos y procesos geodinámicos internos.

Los procesos geodinámicos externos son los fenómenos como la erosión, disolución, deslizamientos, desprendimientos, hundimientos, expansividad, colapsabilidad de suelos, entre otros. Estos movimientos del terreno son el reflejo del carácter dinámico del medio biológico y de la evolución natural del relieve, también pueden ser provocados por el hombre al interferir con la naturaleza.

Mientras que los procesos geodinámicos internos son aquellos fenómenos que ocurren en el interior de la tierra, como los terremotos, tsunamis, vulcanismo, diapirismo, entre otros.

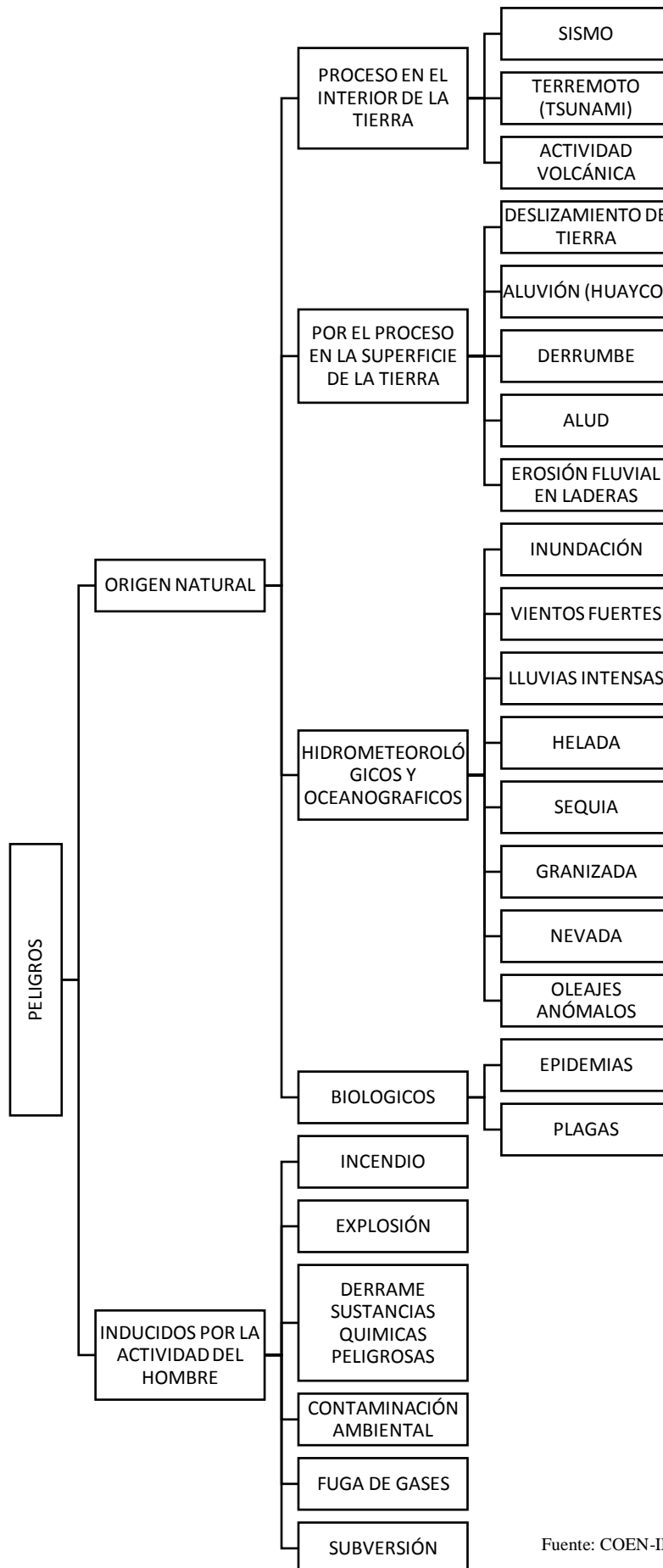
3.2.5.1. PELIGROSIDAD (H)

Es la probabilidad y la magnitud de ocurrencia en un período de tiempo especificado y dentro de un área dada de un fenómeno potencialmente dañino (Fell, 1994).

La ocurrencia de este fenómeno puede ser natural o inducido por la actividad del hombre; potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente, para su evaluación es necesario conocer:

- Donde y cuando ocurrieron los procesos en el pasado.
- La intensidad y magnitud que tuvieron.
- Las zonas en que pueden ocurrir procesos futuros.
- La frecuencia de ocurrencia.

A continuación se muestra los peligros que existen en la zona de estudio:



Fuente: COEN-INDECI (2005).

La peligrosidad según se ha definido, puede expresarse como la probabilidad de retorno del fenómeno por un lapso de tiempo dado, con un periodo de T (años transcurridos entre dos eventos o procesos de semejantes características) que es la inversa de la probabilidad anual de excedencia, P(a):

$$T=1/P(a)$$

La probabilidad P de que un valor determinado de intensidad (por ejemplo el valor de la aceleración en caso de un terremoto) correspondiente a un periodo de retorno medio T (años) sea extendido durante un periodo de tiempo determinado *t* puede expresarse como:

$$P = 1 - (1 - \frac{1}{T})^t$$

Existen diversas técnicas para elaborar cartografías de peligrosidad, el principio que se utiliza en todos es el principio del actualismo. Como expresa (Varnes, 1984) que el estudio del pasado y de presente es la clave de lo que puede ocurrir en el futuro. Esto significa que los sismos provocados por la reactivación de un volcán puedan ocurrir en las mismas condiciones geológicas, geomórficas, afectando a las localidades aledañas como en eventos antiguos.

Para la cuantificación de la intensidad de estos procesos, se ha considerado la susceptibilidad de las zonas frente a los procesos identificados, diferenciados en baja, media y alta.

Cuadro 3.11 Grados de Susceptibilidad y Valores de Intensidad

Susceptibilidad	Intensidad
Baja	0,33
Media	0,66
Alta	0,99

Fuente: Varnes, 1984.

No se considera la susceptibilidad 0 o nula, pues se plantea que los procesos geodinámicos actúan continuamente, existiendo siempre un área propensa a algún tipo de fenómenos.

Cada grado de susceptibilidad baja, media y alta; es consignado a cada proceso según le corresponda partir de las características de la zona en que este se presente, siendo los factores que condicionan los peligros propios del terreno o externos a este; es así que es más alto grado de susceptibilidad cuando las propiedades del terreno hacen más favorables la presencia e incidencia de estos procesos o fenómenos geológicos.

Para fines de Estimación del Riesgo, las zonas de peligro se pueden dividir por niveles, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.12 Valores según el nivel de Peligro

Nivel	Características	Valor
PB (Peligro Bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc.	1 < de 25%
PM (Peligro Medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad.	2 De 26% a 50%
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos.	3 De 51% a 75%°
PMA (Peligro Muy Alto)	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (“lloclla”). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo, cono baja capacidad portante. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.	4 De 76% a 100%

Fuente: INDECI, 2006.

Para las condiciones pseudoestáticas, se evalúa igual que la condición estática, con la única diferencia que en este análisis se considera un evento sísmico idealizado, con el fin de analizar las variaciones sufridas en la zona, cabe mencionar que tendrá incidencia directa sobre el comportamiento del tipo de suelo, deslizamientos, entre otros.

3.2.5.2. VULNERABILIDAD (V)

La vulnerabilidad se define como el grado potencial de pérdida (daño) dado elemento o conjunto de elementos en riesgo que resulta de la ocurrencia de un fenómeno de magnitud dada (Varnes, 1984). Se expresa en una escala de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total).

Cuadro 3.13 Grado de la vulnerabilidad.

Grado	Vulnerabilidad
0	Baja
0,5	Media
1	Alta

Fuente: Varnes, 1984.

La ocurrencia de la vulnerabilidad puede ser de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Se entiende como la facilidad de un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales, por lo que la vulnerabilidad que este proyecto de investigación se refiere es a daños en el futuro como resultado del movimiento sísmico por la probable reactivación del volcán propiamente dicha, en contraste con el daño pasado o el presente.

Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso.

La vulnerabilidad de una localidad, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos o tipos de orden ambiental y ecológico, físico, económico, social, científico

y tecnológico, entre otros; considerados dinámicos porque cambian continuamente con el tiempo, según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas en los individuos, familias, comunidades, instituciones y países.

Según los elementos que se pretenden considerar en evaluación se mencionan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.14 Niveles de vulnerabilidad

Tipos	Nivel de Vulnerabilidad				
	Variable	Baja < 25 %	Media 26 A 50 %	Alta 51 A 75 %	Muy Alta 76 A 100 %
Física	Material de construcción utilizada en Viviendas.	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva(de concreto o acero).	Estructura de concreto. Acero o madera, sin adecuada técnica Constructiva.	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.
	Características geológicas, calidad y tipo de suelo.	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas.	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)
Ambiental y Ecológica	Condiciones Atmosféricas.	Niveles de temperatura al promedio normales.	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal.	Niveles de temperatura superiores al promedio normal.	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal.
	Composición y calidad del aire y el agua.	Sin ningún grado de contaminación.	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación.	Nivel de contaminación no apto.
Social	Nivel de Organización.	Población totalmente organizada.	Población organizada.	Población escasamente organizada.	Población no organizada.

Educativa	Programas educativos formales (Prevención y Atención de Desastres - PAD).	Desarrollo permanente de temas relacionados con prevención de desastres.	Desarrollo con regular permanencia sobre temas de prevención de Desastres.	Insuficiente desarrollo de temas sobre prevención de desastres.	No están incluidos los temas de PAD en el desarrollo de programas educativos.
	Programas de Capacitación (Educación no formal) de la población en PAD.	La totalidad de la población está capacitada y preparada ante un desastre.	La mayoría de la población se encuentra capacitada y preparada.	La población esta escasamente capacitada y preparada.	No está capacitada ni preparada la totalidad de la población.
Cultural e Ideológica	Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres.	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.
	Actitud frente a la ocurrencia de desastres.	Actitud altamente previsoras.	Actitud parcialmente previsoras.	Actitud escasamente previsoras.	Actitud fatalista, conformista y con desidia.
	Percepción de la población sobre los desastres.	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres.	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres.	La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso.	Percepción totalmente irreal – místico – religioso.
Científica y Tecnológica	Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales en la localidad.	La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados.	La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados.	Existen pocos estudios de los peligros naturales.	No existen estudios de ningún tipo de los peligros.
	Conocimiento sobre la existencia de estudios.	Conocimiento total de los estudios existentes.	Conocimiento parcial de los estudios.	Mínimo conocimiento de los estudios existentes.	No tienen conocimiento de los estudios.
	La población cumple las conclusiones y recomendaciones.	La totalidad de la población Cumplen las conclusiones y Recomendaciones	La mayoría de la población cumple las conclusiones y Recomendaciones	Se cumple en mínima proporción las conclusiones y recomendaciones	No cumplen las conclusiones y recomendaciones

Fuente: INDECI, 2006.

Para fines de Estimación del Riesgo, la vulnerabilidad se clasifica en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.15 Niveles de la vulnerabilidad con su valor.

Nivel	Características	Valor
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con material noble o sismo resistente, en buen estado de conservación, población con estudios y cultura de prevención, con buen nivel de organización, participación total y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	1 < de 25%
VM (Vulnerabilidad Media)	Viviendas asentadas en suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. Con material noble, en regular y buen estado de conservación, población con cultura de prevención en desarrollo, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	2 De 26% a 50%
VA (Vulnerabilidad Alta)	Viviendas asentadas en zonas donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, con material precario, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha. Población, sin conocimientos y cultura de prevención, accesibilidad limitada para atención de emergencia; así como con una escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración entre las instituciones y organizaciones existentes.	3 De 51% a 75%
VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como una nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	4 De 76% a 100%

Fuente: INDECI, 2006.

La vulnerabilidad obedece a una serie de características que presentan los elementos, un análisis más acucioso, requiere mayores consideraciones de las infraestructuras, el tipo de material constituyente, el estado de la misma, el lugar de ubicación, entre otros, y medidas cuantitativas como porosidad, permeabilidad, etc., del material sobre el que se asientan estos elementos.

Para la zonificación de mapas, se utiliza como base a los planos geológicos, geomorfológicos, peligros, conjuntamente con los datos de vulnerabilidad estimados, se zonifica de acuerdo al proceso geológico y el grado de vulnerabilidad.

Asimismo para trabajar en condiciones pseudoestáticas, las condiciones y la metodología son las mismas que la anterior, la única diferencia que se le considera es el mapa de peligrosidad en condiciones pseudoestáticas, puesto que incluye un evento sísmico.

3.2.5.3. RIESGO (R)

Se define como una combinación de la probabilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o una exposición, asimismo esto incorpora las consideraciones socio-económicas y se define como las pérdidas potenciales debido a un fenómeno natural determinado (vidas humanas, pérdidas económicas directas e indirectas, daños a la infraestructura, etc.).

La evaluación del riesgo geológico resulta compleja por tener la evaluación a detalle de los términos que definen. En sentido amplio el análisis del riesgo (risk analysis) implica cualquier método, cualitativo o cuantitativo, para evaluar el impacto del riesgo en la toma de decisiones. Existen numerosas técnicas al respecto, y el objetivo es ayudar a quien debe tomar una decisión a seleccionar un curso de acción, una vez que se comprenden mejor los resultados posibles que pueden ocurrir.

Por lo mismo que este proceso de evaluación de riesgos derivados de un peligro, se evalúa a partir de la peligrosidad correspondiente llámese la “causa” y de los efectos del mismo sobre los elementos expuestos al peligro (infraestructuras, vidas humanas, bienes, etc.) estas pueden ser expresadas por diferentes parámetros.

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el centro poblado y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico.

El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente:

$$R = P \times V$$

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad, para una correcta zonificación de Riesgo, se considera los siguientes valores:

Tabla 3.16. Grado de Riesgo

Riesgo Total	Grado de Riesgo
Nulo	0
Bajo	0 – 0,33
Medio	0,33 – 0,66
Alto	0,66 -0,99

Fuente: Varnes, 1984.

Riesgo Específico (Rs).- El Riesgo Específico es el grado esperado de pérdida (experimentado por un elemento dado) debido a un fenómeno natural particular (Varnes, 1984). Se considera como el producto de peligro y vulnerabilidad.

$$R_s = H \times V$$

Elementos Bajo Riesgo.- Significa la población, propiedades actividad económica, etc., bajo riesgo en un área determinada, es decir lo que son directa e indirectamente afectados por un proceso o fenómeno geológico.

Riesgo Total (Rt).- El Riesgo Total es el número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad o interrupción de la actividad económica debido a un fenómeno natural particular. Por lo tanto, es el producto del riesgo específico (Rs) y de los elementos en riesgo (E), Varnes (1984). Así:

$$(Rt) = \Sigma (E \times Rs) = \Sigma (E \times H \times V)$$

Donde E es la exposición de los elementos en riesgo. Ante la decisión para cuantificar la variable E y considerando que para algunos autores la exposición está incluida en la vulnerabilidad.

3.2.5.4. RIESGO SÍSMICO

Se llama riesgo sísmico a una medida que combina el peligro sísmico, con la vulnerabilidad y la posibilidad de que se produzcan en ella daños por movimientos sísmicos en un período determinado. No debe confundirse este concepto con el de peligro sísmico, que mide la probabilidad de que se produzca una cierta aceleración del suelo por causas sísmicas. El riesgo sísmico depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos del lugar.

Las consecuencias de un evento no deseado como los movimientos sísmicos por lo general son catastróficas ya sean ocasionados por las placas tectónicas, reactivación de volcanes, explosiones nucleares entre otros, por lo que la prevención y las medidas de mitigación son los únicos medios que pueden disminuir la consecuencia hasta en un tanto por cierto evitar estos catástrofes, en cuanto a la infraestructura de las vivienda.

El análisis de riesgo consiste en la evaluación de las condiciones sísmicas y geológicas de emplazamientos para obras de ingeniería, sismos causados por la reactivación de

volcanes, para un análisis de peligrosidad y vulnerabilidad sísmica.

a) Análisis de Peligrosidad.- Determina el máximo sismo que puede afectar en un emplazamiento o región de un periodo de tiempo. Tenemos dos métodos:

Método Determinista.- Se basan en el registro de los sismos ocurridos de mayor tamaño, el cual supone que la sismicidad futura será igual a la anterior, siendo el máximo sismo predecible.

Método Probabilístico.- Es el que ha tenido mayor aceptación, se obtiene las leyes de ocurrencia a partir de la sismicidad registrada, resultando curvas de probabilidad para distintos tipos de movimiento. (Cornell, 1968) los resultados se expresan como la probabilidad anual de excedencia de diferentes niveles de intensidades o aceleración del suelo de un periodo de tiempo determinado y en cada fuente sismogénica.

La probabilidad anual de excedencia equivale a la inversa del periodo de retorno, el cual representa el intervalo de tiempo en años, con una probabilidad alta, se producirá el terremoto asociado.

b) Estimación de la Vulnerabilidad.- los estudios de riesgo son aplicados a urbanizaciones poblacionales en donde se citan las posibles pérdidas derivadas de un sismo para una prevención y mitigación.

Los métodos para estimar la vulnerabilidad de un elemento estructural (infraestructura de las viviendas) expuestas al sismo se basan las matrices de probabilidad de daño y en las funciones de vulnerabilidad. Lo primero que se necesita conocer de la zona es el comportamiento de la infraestructura frente a un sismo de niveles de magnitud variable, por lo que la función de la vulnerabilidad consiste en relaciones graficas entre la vulnerabilidad estructural (daño en infraestructuras de viviendas) y la intensidad o magnitud.

3.2.5.5. RIESGO VOLCÁNICO

El riesgo volcánico es la capacidad de hacer daño (personal y/o material) por parte de un proceso o fenómeno volcánico, de forma que cuanto más catastrófico es el fenómeno, mayor es el riesgo.

En una erupción volcánica, puede cuantificarse mediante el Índice de Explosividad Volcánica (IEV), que relaciona el porcentaje de piroclastos con el total de material emitido. De manera que a mayor IEV se considera mayor la peligrosidad de la erupción volcánica.

La predicción de actividad volcánica se basa en un estudio preliminar de la actividad volcánica histórica de la zona: localización y estudio de áreas con actividad volcánica reciente, para evaluar el grado de peligrosidad volcánica de la región.

Y en segundo lugar, del estudio y seguimiento de las áreas con peligrosidad eruptiva (volcanes activos) y en concreto de los precursores volcánicos (como la actividad sísmica, las deformaciones geomorfológicas, los cambios en la composición de los gases en fumarolas, los cambios en el campo magnético, etc.).

a) Análisis de Reactivación volcánica.- Esta consiste en determinar la probable reactivación del volcán, en las cuales tenemos dos modelos para poder realizarlo.

Modelo determinista.- Es un modelo matemático donde las mismas entradas o condiciones iniciales producirán invariablemente las mismas salidas o resultados, no contemplándose la existencia de azar, o incertidumbre en el proceso modelada mediante dicho modelo, por lo que se resumiría en que si esta la causa está el efecto y si está el efecto tiene que estar la causa, citando de que donde esta uno están los dos.

Para predecir la evolución determinista en el tiempo es tener antecedentes de un evento similar que hay sido de gran magnitud, por lo que también podría ser tomada con referencia edades geológicas relacionadas a una actividad eruptiva.

Modelo probabilístico.- En este modelo se toman dato al azar de manera probabilística a lo que se conoce como un modelo estocástico. Mayormente es usado para realizar grandes series de muestreos, como la reactivación del volcán, que implica estudios a detalle de

la actividad dinámica, estática, física y química, generalmente utilizados en investigaciones científicas. Para lograr modelar correctamente un proceso estocástico es necesario comprender numerosos conceptos de probabilidad y estadística.

3.2.6. GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE

La Gestión del Riesgo es un enfoque que promueve la reducción del riesgo de desastres, especialmente a través de la disminución de la vulnerabilidad con base en acuerdos sociales que surgen de un proceso de participación de todos los actores y grupos de interés. Forma parte de las políticas sociales, en la medida que busca el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad y la protección tanto de la vida misma como del patrimonio individual y colectivo de la población.

La Gestión del Riesgo de Desastre se puede resumir en cuatro grandes componentes de límites difusos, pero que para efectos de dar un orden conceptual se pueden definir así:

Prevención.- Evitar que se generen situaciones de riesgo (proceso que parte de la identificación del riesgo potencial mediante percepción y evaluación y se toman medidas anticipadas para evitar que el riesgo se consolide).

Mitigación.- Corregir o reducir el riesgo (disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia, se realiza con base en el riesgo que ya existe). La reducción del riesgo abarca no solo su dimensión “física”, sino que incluye aspectos sociales, políticos y económicos; en este sentido, la transferencia del riesgo, como el

componente de la Gestión del Riesgo que busca transferir el costo de reposición asociado a las pérdidas entre un número de ciudadanos o “stakeholders” más grande que los directa y mayormente expuestos, es considerada una medida de reducción o mitigación del riesgo.

Preparación y Atención.- Manejo de las emergencias, preparativos, planificación y protocolos de respuesta, coordinación institucional para el manejo eficiente de situaciones de desastre (no se actúa sobre el riesgo, no se reduce el nivel de exposición física).

Rehabilitación y Reconstrucción.- Gestión post-desastre, que busca restablecer los flujos normales de los que depende el desarrollo social y económico. En muchos casos la rehabilitación y la reconstrucción son procesos de creación de condiciones de seguridad inexistentes antes de la ocurrencia del fenómeno natural o socio natural detonante.

CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO

La metodología empleada consiste en las siguientes fases:

4.1. TRABAJO PREVIO

- En esta fase se recopilará y validará la información existente, además se realizará la planificación de los trabajos de campo.
- Asimismo, esta fase engloba las actividades de investigación que se realizan en el área de trabajo, centros de investigación, bibliotecas, bibliotecas especializadas, centros de documentación y similares.

4.2. TRABAJO DE CAMPO

En esta etapa se realizará lo siguiente:

- Un reconocimiento y mapeo de campo de las formaciones geológico, geomorfológico a nivel regional y local de la zona de estudio.

Foto 4.1 Mapeo geomorfológico.



Fuente: PROPIA.

Foto 4.2 Mapeo geológico.



Fuente: PROPIA.

- Apertura de calicatas y obtención de muestras de suelos.

Foto 4.3 Apertura de Calicatas.



Fuente: PROPIA.

- Determinación de Peligros.

Foto 4.4 Identificación de peligros geológicos en la Localidad de Pallata.



Fuente: PROPIA.

- Evaluación de la infraestructura física existente.

Foto 4.5 Evaluación de daños en infraestructuras en la localidad de Talaca.



Fuente: PROPIA.

Foto 4.6 Recolección de datos sobre daños ocasionados.



Fuente: PROPIA.

4.3. TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE

Se procederá al procesamiento de la información levantada en campo, análisis de riesgos, correlación e interpretación de resultados.

Las normas utilizadas para los ensayos se aprecian en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.1. Ensayos realizados y normas.

Ensayos	Norma
Obtención en laboratorio de muestras representativas (Cuarteo).	MTC E 105 - 2000
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado.	MTC E 107 - 2000
Método de ensayo para determinar el contenido de Humedad de un suelo.	MTC E 108 -2000
Determinación del Límite Líquido de los suelos (L.L.)	MTC E 110 -2000
Determinación del Límite Plástico (L.P.) e Índice de Plasticidad (I.P.).	MTC E 111 -2000
Densidad in situ (Método del cono).	MTC E 117 -2000

Fuente: MTC

Cabe mencionar que algunos resultados fueron hallados indirectamente, según tablas que se muestran en el anexo, correlacionando resultados con las características encontradas en nuestra zona de estudio.

Asimismo en esta etapa se elaboraron los siguientes mapas:

- Elaboración del mapa geológico regional.
- Elaboración del mapa geomorfológico local.
- Elaboración del mapa geológico local.
- Elaboración de mapa de pendientes.
- Elaboración del mapa de capacidad portante en condiciones estáticas por localidades.
- Elaboración del mapa de capacidad portante en condiciones pseudoestáticas por localidades.
- Elaboración del mapa de Peligro por localidades.
- Elaboración del mapa de Vulnerabilidad por localidades.
- Elaboración del mapa de Riesgo por localidades.
- Elaboración final de la tesis.

CAPITULO V: MARCO GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO

5.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La geomorfología regional presenta un relieve muy variado donde se puede diferenciar dos unidades geomorfológicas, cuyas características están señaladas por diversos factores como el relieve, litología, clima, entre otros.

Se tiene las siguientes unidades geomorfológicas, que a continuación se describen:

5.1.1. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA FLANCO OCCIDENTAL DE LOS ANDES

El Flanco Occidental de la Cordillera de los Andes corresponde a la vertiente Pacífica de los Andes, es visible desde distancias considerables, las mismas que están constituidas por montañas y lomadas, se observa un relieve abrupto y suave, formando zonas disectadas y zonas de planicies respectivamente.

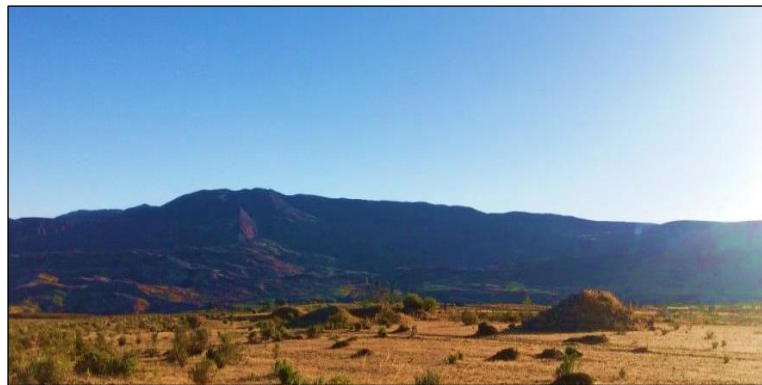
5.1.1.1. SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA ZONAS DISECTADAS

En los valles principales se aprecian perfiles transversales en “V” con pisos estrechos mayormente ocupados por el cauce del río que tienen una gradiente de hasta 3% y pocas veces aprovechados en la agricultura, sus flancos alcanzan pendiente alta hasta los 40° de inclinación.

Asimismo, se puede diferenciar en dos “estadios” que fueron definidos en relación a un levantamiento epirogénico

de los Andes, dando lugar a un relieve que corresponde al fondo del valle típica en V con paredes fuertemente empinadas y por la parte superior con laderas más suaves y abiertas, producto de los movimientos en masa como derrumbes y deslizamientos.

Foto 5.1 Vista de la zona disectada, se puede observar al frente la localidad de Candarave.



Fuente: PROPIA

En esta zona disectada tenemos a los pueblos de Quilahuani, Charaja, Pallata, Quitarine, Laurahuani, Talaca, Candarave, San Pedro, Calachullpane, Calleraco, Hueltavira, Cocachi, Jirata y Buenavista.

5.1.1.2. SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA ZONAS DE PLANICIES

Se puede diferenciar por su planicie o rasgo fisiográfico ligeramente ondulado, que se levanta entre 3000msnm y 3700msnm de altitud, la pendiente que se tiene cerca a los pies de conos volcánicos y hacia el sur de esta son de aproximadamente entre 17% y 4 % respectivamente.

Asimismo, podemos apreciar que la vegetación en esta zona tiene un área de cultivo de aproximadamente 40% y 60%, que está constituida por hierbas y arbustos bajos con presencia de ichu y yaretas.

En esta zona encontramos a los pueblos de: Ichupaya, Ichupaya Grande, La Victoria, Mullini, Esperanza, Totorá, Cacahuarani, Santa Cruz, Patapatani y Yucamani.

Foto 5.2 Vista de la zona de Planicie, cerca de los pies del volcán Yucamane.



Fuente: PROPIA

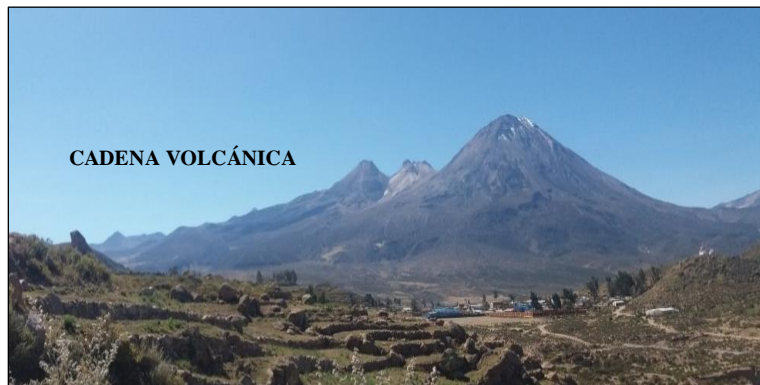
5.1.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA CADENA VOLCÁNICA

Se aprecia entre su cadena volcánica tres estratovolcanes orientados en una dirección NNO-SSE; Yucamane Chico al norte, C° Calientes al centro y Yucamane al sur. El sistema abarca un área aproximada de 167 km² (Fidel et al., 1997).

El sistema volcánico Yucamane, a través de su historia eruptiva fue de tipo lávica dejando hacia el norte flujos pertenecientes al Yucamane Chico, con pendiente entre 20° y 25°, hacia el centro con una secuencia de lava del volcán Calientes, con pendientes y

morfología más suave entre 10° y 15°, que llega a sectores de Challaipiña y Queñua Picho (Fidel & Huamaní, 2001).

Foto 5.3 Vista de la Cadena Volcánica.



Fuente: PROPIA

Se muestra una morfología variada según el origen de los flujos piroclásticos; en la actualidad el área no presenta actividad glacial, sólo es de carácter estacional, mostrando en invierno una capa delgada de nieve que cubre todo el sistema volcánico de los tres estratovolcanes, sin embargo, durante el Cuaternario sí presentó actividad glacial, por lo que se muestra una serie de geformas, tanto de erosión como acumulación.

Hacia el Sur se observa áreas planas y extensas de topografía suave, disectadas por quebradas, conocidas como pampas. De los que tenemos pampas de La Puntera, El Pajonal, Patapatani, La Esperanza, entre otros. Constituidos por depósitos fluvio-glaciares cubriendo depósitos piroclásticos.

5.2. GEOLOGÍA REGIONAL

En las zonas proximales del área de estudio podemos citar que las rocas más antiguas son las areniscas intercaladas con lutitas del Jurásico superior al Cretáceo inferior perteneciente al Grupo Yura, siendo cubiertas durante el Cretáceo superior por una secuencia de lavas andesíticas a dacíticas y riolíticas, con algunos niveles de sedimentos que corresponden a la Formación Toquepala, sobreyaciendo a esta formación se encuentra una secuencia de lavas andesíticas intercalada con flujos piroclásticos (Grupo Tacaza), a este grupo le siguen las ignimbritas riódacíticas del Mioceno (Formación Huaylillas).

Las rocas más modernas están representadas por derrames y piroclastos, principalmente andesíticos del Grupo Barroso, cubierto por recientes depósitos fluvio-glaciares, seguidos de depósitos fluviales y aluviales.

5.2.1. FORMACIÓN LABRA (Jurásico Superior; Js-La)

Esta formación aflora a 11 km al sur del complejo volcánico Yucamane-Calientes, en la margen derecha e izquierda del río Callazas. Está constituida por lutitas grises, areniscas cuarcíticas y cuarcitas de color gris claro a pardusco, las cuales muestran frecuentemente colores amarillo rojizos a rosado parduscos debido al intemperismo.

Estas rocas forman capas de grosor variable y, generalmente, presentan estratificación cruzada, las cuales están intercaladas con paquetes gruesos de lutitas y limolitas de color verde amarillento a marrón violáceo, que hacia la base son de color gris oscuro (Vela, 2015).

Hacia el techo se observan algunos niveles de calizas de color marrón grisáceo, cuya extensión es muy reducida y no cartografiable; es posible que pertenezca a la formación Gramadal.

En las lutitas de esta formación se han encontrado especímenes de *Posidonia escuttiana* Douglas y ammonites de los géneros *Reineckeia* y *Perisphinctes*, en base a los cuales se le asigna una edad Jurásico superior (Wilson y Garcia et al., 1962).

5.2.2. FORMACIÓN HUALHUANI (Cretáceo Inferior; Ki-hu)

Aflora aproximadamente a 5 km al sur del complejo volcánico Yucamane-Calientes. Esta formación está compuesta por estratos de areniscas gris blanquecino, de grano fino a medio, así como cuarcitas blancas y areniscas gris marrón, intercaladas con lutitas carbonosas a gris oscuro y marrón ocre rojizo. En base a su posición estratigráfica suprayacente se les ha asignado una edad del Calloviano y en base a su litología se le asigna una edad Cretáceo inferior (Wilson & Garcia, 1962), la misma que consideramos para el área del cuadrángulo de Tarata.

Las cuarcitas de la formación Hualhuani yacen en conformidad sobre las lutitas y areniscas de la formación Labra del Jurásico Superior.

5.2.3. FORMACIÓN TOQUEPALA (Cretáceo Superior al Oligoceno Medio; KsP-to)

Esta formación aflora aproximadamente a 17 km al sur del complejo volcánico Yucamane-Calientes. Litológicamente, está compuesta por derrames y flujos de lava andesíticos y depósitos piroclásticos de composición andesítica, dacítica y riolítica, con

algunas intercalaciones lenticulares de rocas sedimentarias. La formación Toquepala fue datada entre 91-30 Ma, por lo cual se considera que está comprendido entre el Cretáceo superior al Oligoceno Medio (Mamani et al., 2009).

Podemos citar que la formación Toquepala suprayace sobre una discordancia angular a la formación Hualhuani. El miembro inferior de la formación Toquepala está constituida en casi todo su espesor por una intercalación de derrames andesíticos y flujos piroclásticos, son de colores verde, violeta y beige, de textura mayormente porfirítica. El miembro superior de esta formación es de composición andesítica y riolítica, con una alternancia de brechas, aglomerados y flujos de lava de textura porfirítica con algunas intercalaciones lenticulares de areniscas, areniscas calcáreas y lulitas.

El contacto de los límites tanto suprayacentes como subyacentes de esta formación en la mayoría de los casos es aproximada, ya que es difícil seguir a través del área de estudio horizontes que puedan constituir niveles guías de separación, debido a que sus espesores y características son distintas de acuerdo a la distancia de emisión. Por otro lado, los horizontes que se han tomado como tope y base de los miembros han sufrido deformaciones y metamorfismo de contacto por la acción de las intrusiones granodioríticas y dioríticas.

5.2.4. GRUPO TACAZA (Oligoceno Medio al Mioceno Inferior;P-ta)

Este grupo aflora a 4 km al sur y a 10 km al suroeste del volcán Yucamane. Se manifiesta en forma de brechas y una secuencia de lavas andesíticas y depósitos de flujos piroclásticos consolidados o

soldados (ignimbritas, se presentan en bancos gruesos y con fracturas verticales), de composiciones riolíticas, dacíticas y andesíticas. Superficialmente ofrecen diferentes matices producto de la erosión y meteorización; resaltando los colores rojizos, marrón y pardo.

Las dataciones realizadas determinaron una edad comprendida entre 30 y 24 Ma, por lo cual, se considera que el grupo Tacaza está comprendido entre el Oligoceno Medio al Mioceno Inferior (Mamani et al., 2004).

5.2.5. FORMACIÓN HUAYLILLAS (Mioceno Inferior al Mioceno Superior; Nm-hu)

Esta formación aflora aproximadamente entre 6km y 9km al Este, Oeste y Sur del complejo volcánico Yucamane-Calientes. En esta zona, los depósitos ignimbríticos han sido datados por el método K-Ar en $21,6 \pm 0,7$ Ma (Tosdal et al., 1981) y $18,9 \pm 0,3$ (Quang et al., 2005).

Dicha formación reposa con una discordancia angular directamente encima de las rocas del grupo Toquepala, además está constituida por ignimbritas riodacíticas de color blanco rosáceo, muy porfiríticas en la parte inferior dando la impresión de una lava o un cuerpo subvolcánico, dispuesta en capas, cuyo grosor total máximo no excede a los 600 m.

Los afloramientos están muy bien expuestos, formando superficies semiplanas y acantilados en el corte de los ríos.

5.2.6. CENTROS VOLCÁNICOS (Mioceno Superior al Pleistoceno; N-le, N-na y N-sp)

Este grupo comprende a los aparatos edificios volcánicos que presentan un alto grado de erosión glacial producto de las glaciaciones cuaternarias, que rodean el área del volcán Yucamane y son los sistemas volcánicos Nazaparco al noroeste, San Pedro al noreste y Lopez Extraña al Este, las dataciones radiométricas para el volcán Nazaparco (Tosdal et al., 1981), dan edades K/Ar de $6,23 \pm 0,1$ Ma.

El miembro inferior se desarrolló entre los 9Ma y 4Ma (Mioceno Superior-Plioceno Inferior, Thouret et al., 2008), está constituido predominantemente por lavas andesíticas de textura porfirítica y colores gris oscuro, azulado o marrón rojizo, los fenocristales son ferromagnesianos (horblenda) que alcanzan hasta 1cm de tamaño.

El miembro superior se generó entre los 3Ma y 1Ma (Plioceno Superior-Pleistoceno, Thouret et al., 2008), se caracteriza por presentar estrato-volcanes y complejos dómicos, los cuales se encuentran erosionados producto de la acción glacial y de la alteración hidrotermal, además muestran un amplio rango de composición desde andesitas máficas a riolitas.

El Grupo Barroso descansa sobre una discordancia angular sobre las formaciones Huaylillas, mientras que, hacia la parte superior está cubierto en forma parcial por depósitos morrénicos y fluvio-glaciares del Pleistoceno.

5.2.7. DEPÓSITOS DEL CUATERNARIO RECIENTE

En los cuaternarios recientes podemos considerar a todos los depósitos morrénicos y fluvio-glaciares que ocupan grandes extensiones. Estas se han depositado cubriendo los flancos de las altas cumbres asociadas, principalmente aparatos volcánicos recientes, en cambio las cubiertas fluvio-glaciares ocupan los sectores bajos y de relieve moderado. Litológicamente se componen de cantos, bloques y gravas de rocas volcánicas que se intercalan con arenas y arcillas, presentando una estratificación en bancos gruesos.

También se puede considerar a los depósitos aluviales y coluvio deluviales, se presentan en terrazas que se compone de cantos gruesos, gravas, arenas y arcillas, estratificadas en capas lenticulares y con inclusiones suaves en el sentido de la corriente. El área de las terrazas es generalmente utilizada como terrenos de cultivo. Los ríos tributarios, al desembocar en los valles principales, han constituido pequeños conos de eyección cuyas dimensiones varían de acuerdo a la importancia de dichos tributarios.

Asimismo, en el flanco NE del volcán se ve un depósito de flujo piroclástico de pómez y ceniza que se extiende hasta 5km de distancia, con un área total de alrededor de $3 \times 10^6 \text{ m}^2$, el depósito tiene espesores comprendidos entre 15cm y 6m, las pómez tienen 4cm - 5cm de diámetro, son de color gris claro a verdosas y tienen textura porfirítica con abundantes vesículas, tienen forma subredondeada a redondeada, y contienen fenocristales de plagioclasas, anfíbol y biotita.

La matriz del depósito es de grano fino a medio con minerales sueltos (plagioclasas, anfíboles y biotita). El depósito de las cenizas y pómez se encuentra mal sorteado y disperso por la mayoría de las localidades de la zona de estudio.

5.3. ESTRUCTURAS TECTÓNICAS REGIONALES

Los Andes Centrales del Sur del Perú constituyen un área clásica de levantamiento debido, principalmente, a tectonismo compresivo; sin embargo, este tectonismo debe haber sido cíclico y episódico, reflejado por la presencia de eventos de extensión relacionado a periodos de relajación entre los eventos compresivos (Noble et al., 1999).

En las zonas adyacentes de la zona de estudio se presenta un pliegue anticlinal de nombre Anticlinal de Cairani, esta estructura está desarrollada en la formación Chachacumane sobre las cuarcitas, es un anticlinal asimétrico cuyo eje tiene rumbo general N60°O y se hunde en el mismo sentido, las formaciones suprayacentes como la formación Toquepala no está afectada; asimismo, dentro de las fallas se encuentra una de las más sobresalientes denominada falla de Incapuquio con un rumbo preferencial N40°-60°O, esta falla afecta directamente a las rocas del sustrato emplazados en el Cretáceo (Formación Toquepala) y en el Mioceno (Formación Huaylillas) y con estructuras de carácter regional, siendo reconocida su traza desde Chile (Sistema de Fallas Domeyko), con más de 200km de longitud (Tacna, Moquegua, Arequipa). Esta falla es de tipo transcurrente sinistral (Acosta et al., 2012). Otros lineamientos importantes son los que se encuentran en los valles de los ríos Callazas y Tacalaya. Sobre este sistema se consideran fallamientos recientes, cuyos ejemplos se observan en la falla Yucamane, Yucamane Chico y Malpaso.

5.4. GEOMORFOLOGÍA LOCAL POR LOCALIDADES

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la unidad morfoestructural denominada Arco Volcánico del Barroso, descrita como una cadena de montañas de origen volcánico, con dirección principal “Andina” (NO-SE), se desarrolla con elevaciones superiores a 4500 msnm; esta gran geofoma es conocida también como Flanco Occidental Disectado de los Andes, está conformado por una serie de aparatos volcánicos, muchos de estos fueron erosionados durante el Cuaternario, asimismo, se presenta disectadas por los ríos Callazas y Salado, entre quebradas afluentes.

Los agentes principales en dar forma a la morfología actual que se observa en esta zona de la región de Tacna fueron los procesos geodinámicos internos y externos, así como se muestra en la lámina GR-03 están constituida en ambos flancos por montañas, entre el flanco izquierdo del río Callazas y el flanco derecho del río Salado se encuentra una zona de Lomada producto de la colada volcánica que tiene una pendiente baja menor a 15°, también se aprecia en el flanco derecho del río Callazas una terraza estructural que ha sido formado por deslizamiento de bloques que poseen una pendiente media a alta, y en la intersección del río Callazas y el río Salado se encuentra una zona de terraza aluvial con pendiente baja, como se aprecia en la lámina GR-04. Además la provincia de Candarave se caracteriza por tener un relieve volcánico, con quebradas y áreas rocosas entre las cuales aparecen terrazas con buen clima y suelos ricos ideales para la agricultura, especialmente para el cultivo de alfalfa, maíz, quinua, entre otros.

5.4.1. LOCALIDADES DE CANDARAVE, PALLATA, TALACA, QUILAHUANI Y SAN PEDRO

La morfología existente en las localidades mencionadas están ligadas al antiguo proceso de deslizamientos de la Formación Huaylillas, se aprecian una escarpa de deslizamiento y una superficie de escombros producto del colapso de las laderas del flanco derecho del río Callazas, con pendientes de aproximadamente entre 30° a 40° de inclinación y depresiones con 10 metros de profundidad, este deslizamiento o colapso se asumiría que fue ocasionado por la presencia de una posible falla que tiene una orientación NS.

Foto 5.5 Derrumbe de bloques en la localidad de Pallata.

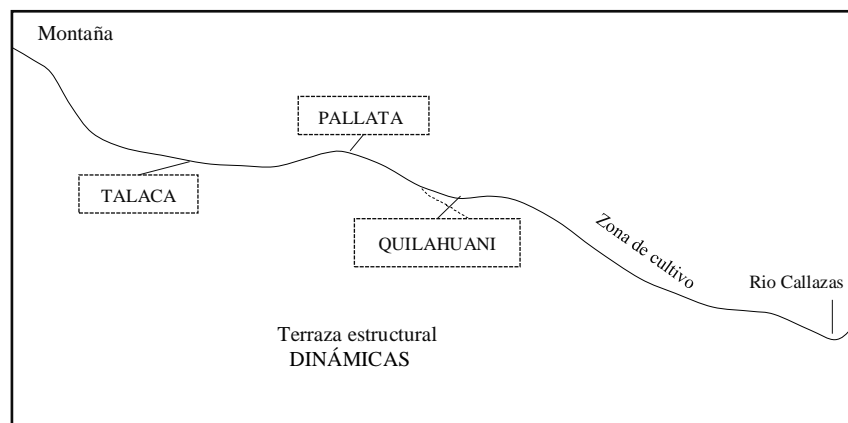


Fuente: PROPIA

La generación de deslizamientos ha llevado consigo la acumulación de grandes volúmenes de escombros que han formado terrazas estructurales donde se asienta gran parte de las localidades mencionadas; por ejemplo, el poblado de Candarave está situado sobre una terraza estructural, a su vez tiene una zona donde fue rellenado por depósitos Coluvio deluviales.

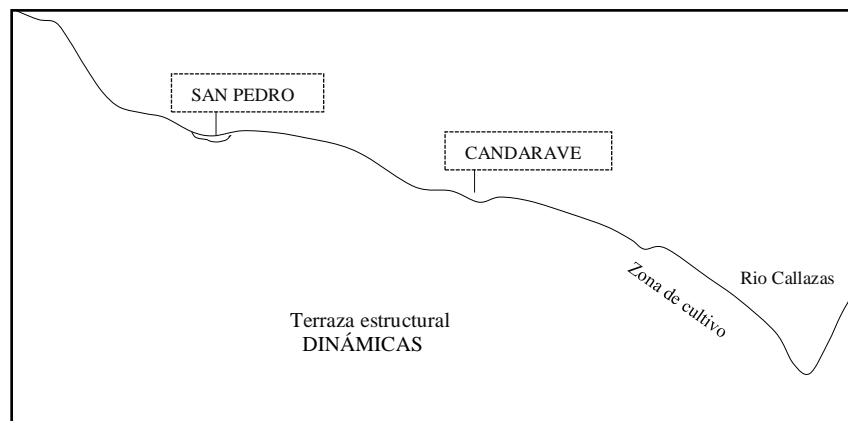
Las localidades mencionadas se encuentran en la parte llana de la terraza estructural (figura 5.1) y sobre depósito Coluvio deluvial en caso de la localidad de San Pedro y parte de Candarave, que fue producto de la pluviosidad que erosionó parte de la Formación Huaylillas y ésta se fue depositando como sedimento así como se muestra en la figura 5.2, también parte de la ladera de las zonas estructurales son aprovechadas para el área de cultivo, en algunas zonas formando andenes.

Figura 5.1 Ubicación de las localidades sobre la terraza estructural.



Fuente: PROPIA

Figura 5.2 Localidad de San Pedro y Candarave



Fuente: PROPIA

Asimismo, los agentes de intemperismo físico, químico y biológico, como son: erosión eólica, fluvial, glacial, pluvial, climatológica, biológica, entre otros, y la agricultura trataron de suavizar el relieve formando lomas en sus alrededores, dando como resultado un relieve irregular.

Foto 5.6 Deslizamiento de la Formación Huaylillas con bloques hasta 1m de diámetro en la localidad de Talaca.



Fuente: PROPIA

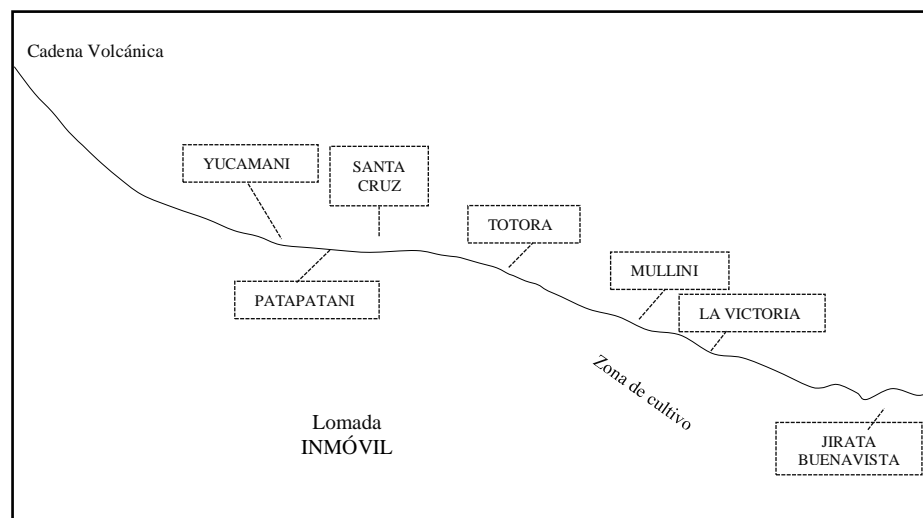
5.4.2. LOCALIDADES DE YUCAMANI, PATAPATANI, SANTA CRUZ, TOTORA, MULLINI, LA VICTORIA, BUENAVISTA Y JIRATA

El relieve actual de los pueblos mencionados corresponde al Flanco Occidental de los Andes, específicamente a la zona de Planicies (La Torre, 1965).

La extensión del terreno presenta un relieve suave disectadas por interfluvios o quebradas que se describen como lomadas, esto producto de las actividades de la erupción del volcán Yucamane en dirección NS y a procesos denudacionales y de erosión, delimitado por dos principales ríos Callazas y Salado.

Sobre este relieve llano, la población de las diversas localidades aprovechan para emplazar sus áreas de cultivo, puesto que en las laderas existe mayor dificultad, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5.3 Localidades situadas sobre una lomada.



Fuente: PROPIA

Foto 5.7 Vista panorámica hacia las localidades de Totorá, Mullini y La Victoria asentados en un relieve llano.

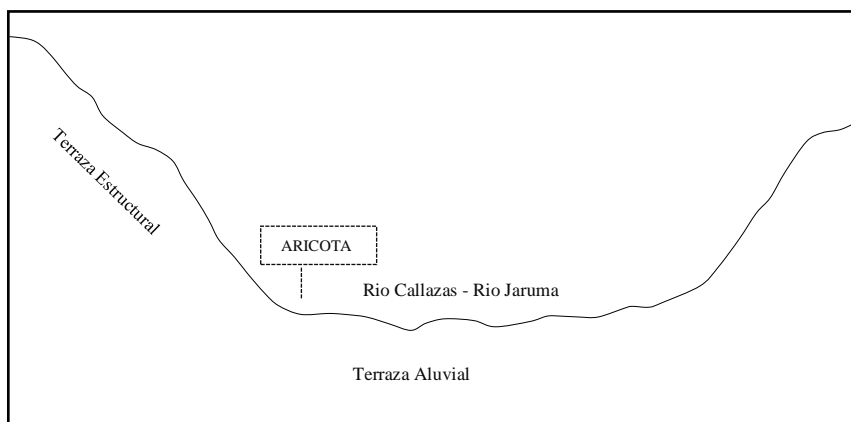


Fuente: PROPIA

5.4.3. LOCALIDAD DE ARICOTA

Esta localidad está situada sobre terrazas aluviales, esta terraza se forma con el transcurso de varios años, producto de la erosión y/o sedimentación aluvial, debido a que, en un momento fue fondo de la laguna Aricota, que ahora se encuentra hacia el Sur de esta localidad, con el pasar de los años fue cambiando el nivel base de la laguna, disminuyendo poco a poco el volumen que ésta albergaba anteriormente, haciendo que se depositen a los lados del cauce en un valle fluvial, así como encontramos en los ríos Callazas y Jaruma.

Figura 5.4 Localidad de Aricota sobre una terraza aluvial



Fuente: PROPIA

Foto 5.8 Vista general de la localidad de Aricota, emplazada en una terraza Aluvial.



Fuente: PROPIA

5.4.4. LOCALIDAD DE CALLERACO

La localidad se encuentra concentrada en una colina, pertenece a una montaña, en las laderas del flanco izquierdo del río Salado, formada por procesos de denudación y agente de erosión, como la lluvia, el viento, entre otros; a expensas de un cuerpo subvolcánico generando erosión y transporte del material meteorizado, formando aguas abajo de la colina un relleno que ha permitido el aprovechamiento para áreas de cultivo.

Foto 5.9 Vista Panorámica de la localidad de Calleraco, situada en una colina con pendientes elevadas a los costados.



Fuente: PROPIA.

5.5. GEOLOGÍA POR LOCALIDADES

A continuación se describe la geología por localidades, que se agruparon de acuerdo a la similitud de su geología, las localidades que se encuentran en el flanco derecho de río Callazas se caracterizan por estar situadas sobre una terraza estructural, y localidades que están sobre depósitos piroclásticos y terraza aluvial.

5.5.1. GEOLOGÍA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO YUCAMANE-CALIENTES

El sistema volcánico Yucamane es parte de un conjunto de estratovolcanes de actividad relativamente reciente, considerado como uno de los siete volcanes más activos en el Perú, formando los volcanes Mal paso, Yucamane, Calientes y Yucamane Chico; el volcán Yucamane presenta una actividad fumarólica dentro de su último cráter solo distinguible cuando se llega al lugar, asimismo, los centros de estos volcanes están orientados según la dirección N 25°O.

Foto 5.10 Vista hacia el volcán Yucamane, al pie se observa la zona de relleno volcánico.



Fuente: PROPIA.

El volcán Yucamane es el edificio más reciente del complejo volcánico Yucamane-Calientes que tiene una orientación aproximada N-S. El volcán Yucamane presenta una forma cónica, definiendo una diferencia de elevaciones entre su base y la cumbre de 1,2 km, y cubriendo una superficie aproximada de 20 km², en su cima se distinguen dos cráteres uno de 900m de diámetro y otro de menor tamaño, de 400m de diámetro y de 200m de profundidad.

Por su parte, el volcán Calientes es un volcán parcialmente destruido, que conserva sólo su extremo occidental, en forma de una cicatriz de caldera de avalancha, dentro del cual se ha emplazado un complejo de domos de lava denominado “Calientes”.

La estratigrafía que presenta el lugar son: formación Hualhuani (Ki-hu), consiste esencialmente de cuarcitas blancas y grises con algunas intercalaciones de lutitas y limonitas carbonosas, con grosores hasta de 980m (Mendívil, 1965); formación Huaylillas (N-hu), constituida esencialmente por tobas e ignimbritas riodacíticas

de color blanco rosáceo a rojo tenue, se observa visualmente por los centros poblados de Talaca, Quilahuani, Pallata, Candarave, se le localiza como remanente de un paquete a lo largo de río Callazas, cerca de la localidad mencionada Pallata; formación Estrone (N-be), constituida por efusiones volcánicas del tipo fisural con una composición andesítica y andesítica-basáltica, de textura profirítica y depósitos Cuaternarios.

5.5.2. LOCALIDAD DE CANDARAVE, PALLATA, TALACA, QUILAHUANI Y SAN PEDRO

Dentro de estas localidades se observan rocas volcánicas que son las más antiguas, representadas por la Formación Huaylillas y depósitos del Cuaternario, están compuestos por escombros de deslizamientos y depósitos Aluviales.

Foto 5.11 Deslizamiento de escombros, en primer plano la localidad de San Pedro.



Fuente: PROPIA.

Existen evidencias de un antiguo proceso de deslizamientos de grandes dimensiones en las localidades y alrededores, el cual ha afectado a las rocas ignimbríticas de la Formación Huaylillas.

Este proceso logró acumular, a lo largo del flanco derecho del río Callazas, un gran volumen de escombros de deslizamiento, formando escarpas y terrazas estructurales. Se presume que el deslizamiento es producto de una falla que pasa por las localidades al mismo lado del deslizamiento de escombros hasta la laguna Aricota.

Foto 5.12 Deslizamiento de Bloques de la formación Huaylillas a lo largo de la localidad de Talaca.



Fuente: PROPIA

Asimismo, en la localidad de Pallata se observa un deslizamiento de bloques que poseen aproximadamente un diámetro hasta de 2m, además, causan inestabilidad en la carretera recientemente asfaltada y frente a la presencia de un movimiento sísmico estos bloques pueden ocasionar a lo que se conoce como movimiento de masas, de tal manera generaría daños desde leves hasta fuertes.

Foto 5.13 Desprendimiento de la Formación Huaylillas en bloques en la localidad de Pallata.



Fuente: PROPIA

Foto 5.15 Deslizamiento de bloques ubicado en el poblado de Quilahuani.



Fuente: PROPIA.

5.5.3. LOCALIDADES DE YUCAMANI, PATAPATANI Y SANTA CRUZ

Litológicamente el área de las localidades mencionadas está asentada sobre depósitos piroclásticos, constituidos de arenas, ceniza y pómez pseudoestratificados e inconsolidados en gran parte

de estos sectores. Según el trabajo realizado por (Vela, 2016) estima un espesor en los depósitos comprendidos entre 15 cm y 6m.

En las localidades mencionadas se distingue una zona de planicies, en la localidad de Yucamani y Patapatani podemos encontrar afloramientos desde edades antiguas hasta periodos recientes, depósitos de piroclastos con bloques y ceniza con lahares, la quebrada existente en la localidad permite determinar a lo largo del cauce la presencia de boloneria, roca fracturada, suelo limo arenoso y una capa de suelo con presencia de raíces y materia orgánica.

Foto 5.15 Vista desde el rio Callazas hacia la localidad de Yucamani, se observa depósitos de piroclastos con bloques y ceniza.



Fuente: PROPIA.

Asimismo, la localidad de Santa Cruz está constituida por depósitos de avalancha de escombros. La presencia de piroclastos, cenizas, lahares, entre otros, es producto de la erupción volcánica, lo cual ha generado entre estas localidades una geomorfología de baja pendiente.

Foto 5.16 Geología en la localidad de Santa Cruz, se aprecia piroclastos, cenizas y lahares.



Fuente: PROPIA.

5.5.4. LOCALIDAD DE CALLERACO

Litológicamente esta localidad está asentada sobre la formación Huaylillas, las rocas que se presentan son de color rosado salmón, que es característico de los niveles de ignimbrita con una composición de ignimbritas dacíticas y riolíticas alteradas e hidrotermalizadas, contiene un gran porcentaje de cristales bien desarrollados de cuarzo y en menor porcentaje la biotita, plagioclasa, pómez y fragmentos líticos dentro de una matriz afanítica. La edad de la formación Huaylillas pertenece al Mioceno inferior.

Foto 5.17 Vista de la Localidad de Calleraco, asentada sobre una colina, que está emplazado en rocas pertenecientes a la Formación Huaylillas, de ignimbritas.



Fuente: PROPIA.

5.5.5. LOCALIDADES DE TOTORA, MULLINI Y LA VICTORIA

La localidad de Totorá se encuentra sobre depósitos de avalancha de escombros y sobre depósitos de flujos piroclásticos de pómez y ceniza dacítico, poco consolidado, perteneciente a la edad del Pleistoceno al igual que las localidades de Mullini y la Victoria. De igual manera, el lado norte de esta localidad está compuesto por bloques, mientras que hacia el sur está compuesto por arenas, dividiendo en dos la localidad de Totorá, en esta localidad también podemos encontrar la presencia de manantiales de agua.

Foto 5.18 Vista de las Localidades de Totora, Mullini y La Victoria, producto de los depósitos de avalancha de escombros.



Fuente: PROPIA.

5.5.6. LOCALIDADES DE JIRATA Y BUENAVISTA

Las localidades de Jirata y Buenavista se sitúan sobre la formación Huaylillas, compuesta por ignimbritas consolidadas de color gris a gris violáceo, que es característico de los niveles de ignimbrita con una composición de ignimbritas dacíticas y riolíticas. Tienen un espesor promedio de 100 metros, cuya edad es del Mioceno superior.

5.5.7. LOCALIDAD DE ARICOTA

En la localidad de Aricota, se puede apreciar que está situada sobre una terraza aluvial como se ha mencionado anteriormente perteneciente a la edad Cuaternaria, se sabe que en un momento el lugar donde se encuentra la localidad fue parte de la laguna Aricota, la cual fue disminuyendo en su volumen producto de la explotación para la producción energético.

CAPITULO VI: SISMOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Actualmente con todo el avance científico ha permitido mejorar el conocimiento acerca del origen, evaluación del tamaño y forma de propagación, característica de los sismos profundos y superficiales de la corteza terrestre.

En el presente trabajo se presume un sismo de origen volcánico, no dejando de lado que también podría ocurrir un sismo tectónico; por lo tanto los sismos de origen volcánico se deben al movimiento de fluidos en el sistema volcánico, para medir esta actividad volcánica se utilizan redes con equipos portátiles y telemétricos que son localizadas sobre el volcán y en sus cercanías para posteriormente que el registro de las señales sísmicas se realicen mediante sismógrafos, que con el avance tecnológico se observa a tiempo real, mismo que en el volcán Yucamane no se cuenta con este tipo de equipos para tener el monitoreo exacto de la actividad que actualmente presenta dicho volcán.

6.1. TIPOS DE EVENTOS SISMO-VOLCÁNICOS

Para poder estudiar la sismicidad de una zona se necesita de una determinación y caracterización de diferentes tipos de señales, las que se obtienen para su posterior identificación, en cuanto a la caracterización está condicionada por el tipo de instrumento usado, el contenido espectral, estado de la actividad del volcán, entre otros.

Según (Ibáñez & Carmona, 1999) este tipo de sismo-volcánicos se clasifican en:

- Sismos volcano-tectónicos (VT), asociados a la fracturación que se producen como respuesta a cambios de esfuerzos en las áreas activas por movimiento de fluidos, su frecuencia generalmente es mayor a 5 Hz. El comienzo de la señal suele ser más o menos impulsivo

(llegada de la onda P) y es posible identificar la llegada de la onda S (especialmente si se tiene registro en tres componentes).

- Sismos de largo período (LP) que se atribuyen a la resonancia en grietas, cavidades y conductos, debido a cambios de presión en los fluidos que existen en los volcanes, son por lo general eventos de baja frecuencia. Su comienzo suele ser emergente, por lo que resulta muy difícil determinar el momento exacto del comienzo de la señal.
- Tremor volcánico, caracterizado por la llegada de formas de onda de manera persistente o sostenida en el tiempo, además el tremor refleja una vibración continua del suelo o pequeños movimientos muy frecuentes cuyas ondas se superponen, algunos autores denominan tremor espasmódico a una señal que varía significativamente en frecuencia o amplitud.

Asimismo, los sismos tectónicos ocurren cuando el esfuerzo en la tierra respecto a la resistencia de la roca se encuentra en un nivel mayor, causando que los lados opuestos de la misma fallen repentinamente o se deslicen violentamente pasando de un lado a otro.

En la zona de estudio la actividad sísmica se presenta generalmente a través de movimientos tectónicos (Placa de Nazca) y de forma regular por actividad sísmica, al tener como antecedente el volcán Sabancaya que en su reactivación, presentó un sinfín de movimientos sísmicos de hasta una magnitud de 5,3 ML, siendo afectados a los pueblos aledaños a este volcán, por lo que se presume que el volcán Yucamane al entrar en la etapa de reactivación generará sismos de hasta misma magnitud mencionada, debido a que se encuentra en la misma zonificación sísmica del Perú (Ver anexo el mapa de sismicidad del Perú).

6.2. SISMOS PROFUNDOS Y SUPERFICIALES

En esta zona Sur del Perú presenta sismos tectónicos debido a la subducción de placas y sismos volcánicos generados por la reactivación de volcanes (sismos locales), además según el Observatorio Vulcanológico de Ingemmet (OVI) considera como volcanes activos en la región de Tacna: al volcán Tutupaca, volcán Yucamane, volcán Purupuruni y volcán Casiri.

(Tavera et al., 2016) Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en el Perú la ocurrencia de sismos es continuo en el tiempo y cada año, se registra y se reporta un promedio de 200 sismos percibidos en superficie con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes $ML \geq 4,0$.

6.2.1. SISMOS PROFUNDOS

Los sismos profundos ($>70\text{km}$) son generados por el proceso de la subducción de la placa de Nazca, que como consecuencia de esta evolución se tiene sismos de diversa magnitud y focos ubicados a variadas profundidades, las cuales son asociados a la fricción de placas (oceánica y continental) que presentan una deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales.

Asimismo; la magnitud que presenta en este tipo de sismos es mayor ($M \geq 7,0$), las cuales son menos frecuentes y este tipo de eventos producen importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como sucedió el 13 de agosto de 1868 (9,1 ML) que afectó seriamente a la infraestructura de las ciudades desde Antofagasta (Chile) a Arequipa (Perú), que además este evento fue seguido de un tsunami que dañó seriamente a los puertos del sur peruano y norte chileno (especialistas indican un retorno de 150 a

250 años para este tipo de megaeventos), por lo que en nuestra región sur del Perú se considera silencio sísmico en razón que desde hace 149 años que no se ha experimentado un sismo devastador similar; también tenemos en Arequipa el 23 de Junio de 2001 ($M_w=7,4$) y en Pisco el 15 de Agosto de 2007 ($M_w=7,9$).

A niveles más profundos, estos sismos pocas veces producen daños en razón que la energía emitida se atenúa rápidamente antes de llegar a la superficie; sin embargo, es frecuente observar efectos secundarios como licuación de suelos y deslizamientos de tierra y piedras en zonas de alta pendiente (ver anexo el mapa sísmico del Perú).

6.2.2. SISMOS SUPERFICIALES

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales (0-70km) son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen daños de consideración en áreas relativamente pequeñas (sismos locales), podemos citar como antecedentes a los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de mayo de 1990 (6,0 ML) y 5 de abril de 1991 (6,5 ML); asimismo, los sismos del 12 de abril de 1998 (5,2 ML), 17 de julio del 2013 (5,7 ML) en las cercanías de la localidad de Huambo en el Cañón del Colca (Arequipa) y el 14 de agosto del 2016 (5,3ML) en las localidades de Ichupampa, Maca, Yanque y Achoma, distrito de Chivay, provincia de Caylloma (Arequipa).

En general, los efectos producidos por estos eventos consideran daños mayores en viviendas de adobe y piedra, además de deslizamientos de piedras y tierra en zonas de pendiente alta; en

nuestra área de estudio se puede apreciar que la mayoría de las construcciones en las viviendas son de estas características (adobe y piedra), en las localidades de San Pedro, Candarave, Talaca, Pallata, Quilahuani, Yucamani, Patapatani, Santa Cruz, Calleraco, Totorá, Mullini, La Victoria, Jirata, Buenavista y Aricota.

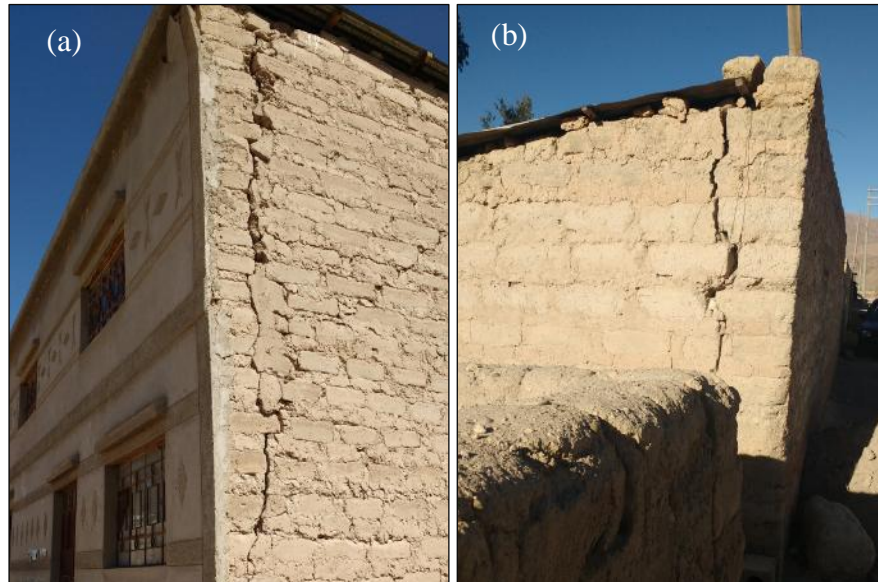
6.3. SISMICIDAD HISTÓRICA

La zona Sur del Perú es considerado altamente sísmica según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), debido a que en el borde occidental de Perú se desarrolla el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana con una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999).

Las actividades sísmicas ocurridas en la región de Tacna con daño significativo fue el sismo del 13 de agosto de 1868 que presento una magnitud de 9,1 ML afectando enormemente con daños materiales y vidas humanas desde el norte de Chile y Sur del Perú, y el 23 de Junio del 2001 (Mw= 7,4) este sismo afectó a las localidades de Aricota, Quilahuani, Pallata, Talaca, Candarave y San Pedro causando daños en las viviendas de adobe y piedra, caída de cercos construidos de material rustico, que a pesar de estar situadas sobre un suelo de capacidad portante media colapsaron las infraestructuras sin soporte estructural que en ese entonces la mayoría de las viviendas eran construidas de material precario y algunas quedaron con fallas en las paredes que actualmente se puede apreciar (Foto 6.1) así como también en Patapatani, Santa Cruz, Totorá, Mullini, La Victoria, Jirata y Buenavista; además, las vías de comunicación quedaron bloqueadas en ciertos tramos donde se encuentran cerca de una zona de derrumbe, y también los pobladores que se encontraban cerca de la actividad hidrotermal (géiseres) observaron que la coloración varió, a un

color blanco lechoso, donde nos indicaría que el volcán Yucamane presenta un sismo local, que en su mayoría por el momento no son percibidos por la población y tampoco se tiene un registro de estos debido a que no se cuenta con sismógrafos.

Foto 6.1 Falla en las paredes producto del sismo del 23 de junio 2001.
(a) Localidad de Pallata y (b) Localidad de Aricota



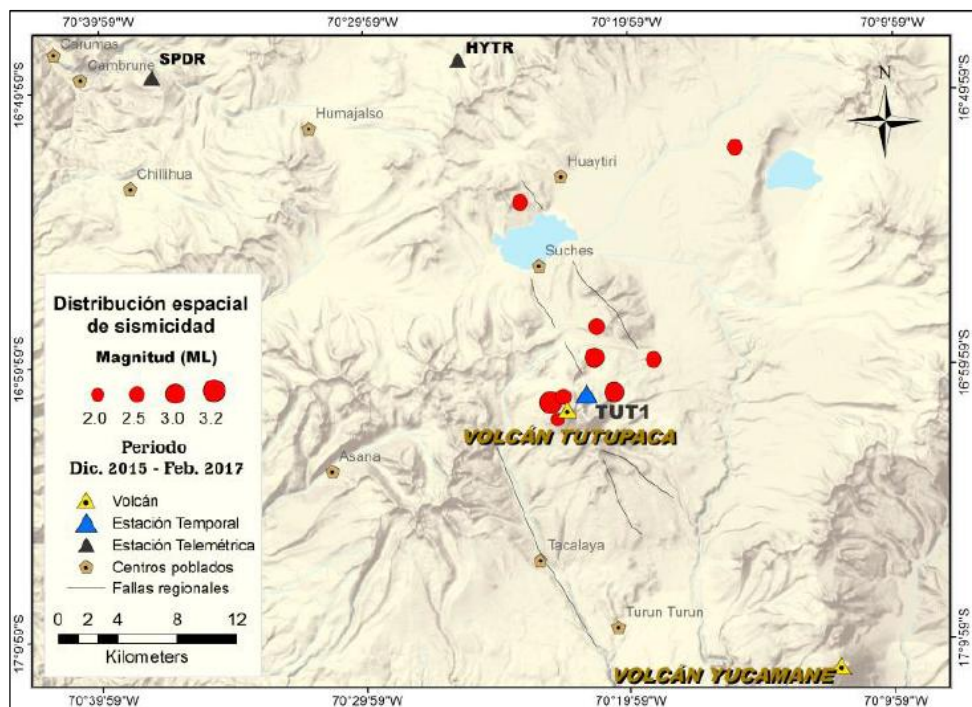
Fuente: PROPIA.

Asimismo, el 01 de septiembre de 2016 el volcán Tutupaca (ubicado a 25 km hacia el NW del volcán Yucamane) presentó un sismo de magnitud 3,2 ML que fue localizado a 1,3 km de dicho volcán, información que fue adquirida por la red telemétrica del vecino volcán Ticsani (situado a 40 km al NW).

Por otro lado, las herramientas satelitales (información de tipo térmico, de gases volcánicos y de deformación en el área) de acceso público complementan la vigilancia permanente de este volcán. En el presente trabajo se toma los eventos sismo volcánico como referencia a las

actividades en los volcanes vecinos (volcán Tutupaca), se tiene un registro de magnitudes entre 1,9 ML a 3,2 ML (Figura 6.1).

Figura 6.1 Distribución de la actividad sísmica de eventos VT en la zona de volcán Tutupaca, durante el periodo del 2016, detectada mediante la red de estaciones del volcán Ticsani situada a 40 km al NW.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, IGP.

CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los ensayos realizados sobre las muestras obtenidas en campo fueron trabajados según las normativas mencionadas en el capítulo anterior, donde cabe mencionar que un porcentaje de todas las calicatas fueron trabajadas de manera propia así como todas las trincheras, el resto de la información fue adquirida de diversos proyectos realizados en la zona de estudio, mismos que fueron corroborados en campo.

Los datos obtenidos fueron clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, para determinar el tipo de suelo, asimismo, los resultados fueron calculados para condiciones estáticas y condiciones pseudoestáticas con parámetros para una cimentación superficial, pues la caracterización de la distribución en superficie en las calicatas realizadas no mantendrá la profundidad necesariamente para las cimentaciones.

Los datos en las localidades en mención fueron de manera directa e indirecta sobre las características y propiedades de la mayor parte de los suelos de la zona de estudio para su evaluación y análisis de comportamiento del terreno en condiciones mencionadas. En el siguiente mapa se muestra el resumen de todos los datos correspondientes a las calicatas (Mapa de Calicatas GR-06).

7.1. LOCALIDAD DE CANDARAVE, SAN PEDRO, TALACA PALLATA Y QUILAHUANI

La localidad de Candarave presenta cuatro tipos de suelos, que se clasificaron por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en: arenas limosas (SM), arenas pobremente graduadas con limo (SP-SM), arenas arcillosas (SC) y bloques métricos de roca volcánica producto de colapso, con una densidad promedio de $1,60 \text{ gr/cm}^3$ que corresponde a

una compacidad de media a suelta. La capacidad de carga para este suelo con densidad baja se evalúa mediante la fórmula de falla por corte local, y que en condiciones estáticas presenta una carga admisible promedio de $1,79 \text{ kg/cm}^2$ mientras que en condiciones pseudoestáticas la carga admisible es de $1,44 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se considera un suelo regular, como se muestra en el Mapa GR-7.1.

Los ensayos de mecánica de suelos efectuados en la localidad de San Pedro evidenciaron suelos con características no plásticas, clasificadas como arenas pobremente graduadas con presencia de limo (SP-SM), con densidad in situ de $1,67 \text{ gr/cm}^3$ de compacidad media a suelta, este tipo de suelo según su densidad baja se evalúa la capacidad portante a través de la fórmula de falla por corte local. El comportamiento de este tipo de suelos en condiciones estáticas presenta una carga admisible promedio de $1,75 \text{ kg/cm}^2$, mientras que en condiciones pseudoestáticas la carga admisible es de $1,43 \text{ Kg/cm}^2$, por lo que se considera un suelo regular, como se muestra en el Mapa GR-8.1.

La localidad de Talaca se encuentra situada sobre una terraza estructural de pendiente baja, este suelo de cimentación es clasificado por SUCS como arenas pobremente graduadas con contenido de limo (SP-SM) y presenta características no plásticas de compacidad media, con densidad in situ de $1,70 \text{ gr/cm}^3$. Este tipo de suelos en condiciones estáticas presenta una carga admisible de $1,44 \text{ kg/cm}^2$ mientras que en condiciones pseudoestáticas la carga admisible es de $1,18 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se considera un suelo regular según sus propiedades geotécnicas, como se muestra en el Mapa GR-9.1.

Las características geotécnicas que presenta la localidad de Pallata es el tipo de suelo clasificadas como gravas bien graduadas según SUCS, sin límites de consistencia, de densidad in situ de $1,70 \text{ gr/cm}^3$ que corresponde a una compacidad media. La capacidad portante admisible en condición estática y pseudoestática es de $1,76 \text{ kg/cm}^2$ y $1,44 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. (Mapa GR-10.1).

La localidad de Quilahuani está establecida sobre una terraza estructural conformada por clastos angulosos de naturaleza volcánica, de compacidad media y sin presencia de arcillas pertenecientes a la formación Huaylillas, clasificadas según SUCS como gravas bien graduada (GW) con densidad in situ de $1,80 \text{ gr/cm}^3$. La carga admisible en condiciones estáticas es de $1,86 \text{ kg/cm}^2$ y en condiciones pseudoestáticas de $1,52 \text{ kg/cm}^2$. Según la norma E-080 se clasifica como una capacidad portante de suelo regular. (Mapa RG-11.1)

7.2. LOCALIDADES DE YUCAMANI, PATAPATANI Y SANTA CRUZ.

Las localidades están establecidas sobre depósitos de piroclastos, de baja pendiente en su relieve con características geomorfológicas de lomada. Los suelos que constituyen son: arenas limosas (SM), arenas arcillosas (SC), arenas pobremente graduadas con limo (SP-SM) y arenas pobremente graduadas (SP).

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) la localidad de Yucamani está compuesto por tres tipos de suelos clasificados como arena limosa (SM), arena mal graduada con presencia de limos (SP-SM) y gravas mal graduadas (GP), este suelo posee una compacidad media con densidad de $1,80 \text{ gr/cm}^3$. Su capacidad de carga admisible estática y pseudoestática es de $1,89 \text{ kg/cm}^2$ y $1,54 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, por lo

que se considera un suelo regular así como se muestra en el mapa RG-12.01.

La localidad de Patapatani presenta suelos de arena mal graduada (SP) y arena limosa (SM), de compacidad baja y con densidad in situ promedio de $1,60 \text{ gr/cm}^3$. El comportamiento de este tipo de suelos en condiciones estáticas presenta una carga admisible de $0,98 \text{ kg/cm}^2$ a $1,07 \text{ kg/cm}^2$ mientras que en condiciones pseudoestáticas la carga admisible es de $0,84 \text{ kg/cm}^2$ a $0,89 \text{ kg/cm}^2$, por ello se considera una capacidad admisible baja, como se muestra en el mapa GR-13.1.

Los ensayos de mecánica de suelos efectuados en la localidad de Santa Cruz mostraron suelos con propiedades no plásticas, clasificada como arena limosa (SM), con densidad in situ de $1,80 \text{ gr/cm}^3$ que corresponde a compacidad media a alta. En condiciones estáticas presenta una carga admisible promedio de $2,32 \text{ kg/cm}^2$ mientras que en condiciones pseudoestáticas la carga admisible es de $1,83 \text{ kg/cm}^2$, por lo tanto, se evalúa como suelo regular. Ver mapa GR-14.1.

7.3. LOCALIDAD DE CALLERACO

El análisis geotécnico de suelo de cimentación en la localidad de Calleraco evidenció proporciones de arcillas y arenas, según SUCS cual se clasificó como gravas pobremente graduados con contenido de limos (GP-GM), de densidad $1,90 \text{ gr/cm}^3$ que corresponde a compacidad alta. La capacidad de carga admisible es de $3,87 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones estáticas y pseudoestáticas es de $2,95 \text{ kg/cm}^2$. Esta localidad se considera como una capacidad portante buena a regular. Ver mapa RG-15.1.

7.4. LOCALIDADES DE TOTORA, MULLINI Y LA VICTORIA

Estas localidades se encuentran situadas sobre una litología de depósitos de flujos piroclastos de pómez y ceniza dacíticas. El estudio geotécnico realizado mediante excavaciones de calicatas y ensayos de mecánica de suelos mostraron características comunes de suelos arenosos con presencia de limos las cuales se clasificaron según SUCS en arenas limosas (SM), arenas bien graduadas con limos (SW-SM), arenas mal graduadas (SP) y arenas pobremente graduadas con limo (SP-SM).

El tipo de suelo de la localidad de Totorá posee compacidad media a alta ya que presenta una densidad in situ entre $1,60 \text{ gr/cm}^3$ y $1,90 \text{ gr/cm}^3$; según la carga admisible, el suelo se considera regular por presentar valores entre $1,19 \text{ Kg/cm}^2$ a $3,87 \text{ Kg/cm}^2$ en condiciones estáticas y entre $0,99 \text{ Kg/cm}^2$ y $2,95 \text{ Kg/cm}^2$ en condiciones pseudoestáticas. Ver mapa RG-16.1

La localidad de Mullini presenta un suelo areno-limoso, clasificado mediante SUCS como SM con densidad in situ de $1,68 \text{ gr/cm}^3$ de compacidad media. La capacidad portante admisible en condición estática y pseudoestática es de $1,74 \text{ kg/cm}^2$ y $1,42 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, se estima un suelo regular en base a la capacidad de carga. Ver mapa GR-17.1).

La localidad de La Victoria se encuentra geotécnicamente sobre suelos arenosos (SM) de compacidad media sin presencia de arcillas, y con densidad in situ de $1,72 \text{ gr/cm}^3$. La carga admisible en condiciones estáticas es de $1,78 \text{ kg/cm}^2$ y en condiciones pseudoestáticas de $1,45 \text{ kg/cm}^2$. Ver Mapa RG-18.1.

7.5. LOCALIDADES JIRATA Y BUENAVISTA

Esta localidad litológicamente se encuentra sobre la formación Huaylillas cuya características geotécnicas evidencian arenas limosas (SM) y arenas bien graduadas con limos (SW-SM). El análisis de la muestra obtenidas de las calicatas en la localidad de Jirata y Buenavista resultaron suelos con características no plásticas, con densidad in situ de $1,90 \text{ gr/cm}^3$ y $1,70 \text{ gr/cm}^3$ respectivamente, de compacidad media a compacta.

El comportamiento de este tipo de suelos en condiciones estáticas presenta carga admisible promedio de $2,41 \text{ kg/cm}^2$ (localidad de Jirata) y $2,13 \text{ kg/cm}^2$ (localidad de Buenavista), mientras que en condiciones pseudoestáticas la carga admisible es de $1,87 \text{ kg/cm}^2$ y $1,72 \text{ kg/cm}^2$, debido a esto se considera un suelo regular, como se muestran en los mapas GR-19.1 y GR-20.1.

7.6. LOCALIDAD DE ARICOTA

La localidad de Aricota se encuentra situada sobre terrazas aluviales, que en el pasado conformaba parte de la laguna Aricota, en años posteriores el volumen de la laguna fue disminuyendo revelando el depósito aluvial donde actualmente se encuentra la localidad, el tipo de suelo que posee esta zona según la clasificación SUCS es una arena limosa (SM), arenas pobremente graduadas con limo (SP-SM) y gravas limosas (GM), la compacidad que posee es media con densidad promedio de $1,76 \text{ gr/cm}^3$, la capacidad portante promedio en condiciones estáticas y pseudoestáticas son de $1,64 \text{ kg/cm}^2$ y $1,34 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Ver mapa RG-21.1.

CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS DE RIESGOS POR LOCALIDADES

En este capítulo se desarrolla el nivel de riesgo que posee cada localidad, analizando según la peligrosidad que es evaluado según el tipo de suelo que corresponde a la capacidad de carga, y la vulnerabilidad de acuerdo a la construcción de las viviendas en base al comportamiento de un movimiento sísmico por la probable reactivación del volcán Yucamane, y como producto tendremos el nivel de riesgo.

8.1. LOCALIDAD DE CANDARAVE

El valor de la capacidad portante promedio que presenta la localidad de Candarave es $1,79 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones estáticas y se clasifica como peligro regular con un valor representativo de 0,66 (lámina RG-7.2). En cuanto a la edificación de viviendas construidas con material de adobe presentan un valor de vulnerabilidad de 0,60 y en viviendas levantadas de concreto posee un valor de vulnerabilidad de 0,25.

Viviendas de material noble

$$R = P*V$$
$$R = 0,66*0,25$$
$$R = 0,165$$

Viviendas de Adobe

$$R = P*V$$
$$R = 0,66*0,6$$
$$R = 0,396$$

Según los resultados se puede caracterizar que las viviendas construidas con material noble representan un riesgo bajo ($R = 0,165$) y las viviendas construidas con adobe representa un riesgo medio ($R = 0,396$).

En condiciones pseudoestáticas el peligro se clasifica como regular con un valor de 0,66. En esta condición se asume un evento sísmico donde las viviendas construidas de adobe tiene una vulnerabilidad de 1,0 y las que

son construidas con material noble la vulnerabilidad es 0,55 (ver lámina RG-7,3). A continuación se muestra el cálculo de riesgos para condiciones pseudoestáticas:

Viviendas de material noble

$$R = P*V$$

$$R = 0,66*0,55$$

$$R = 0,363$$

Viviendas de adobe

$$R = P*V$$

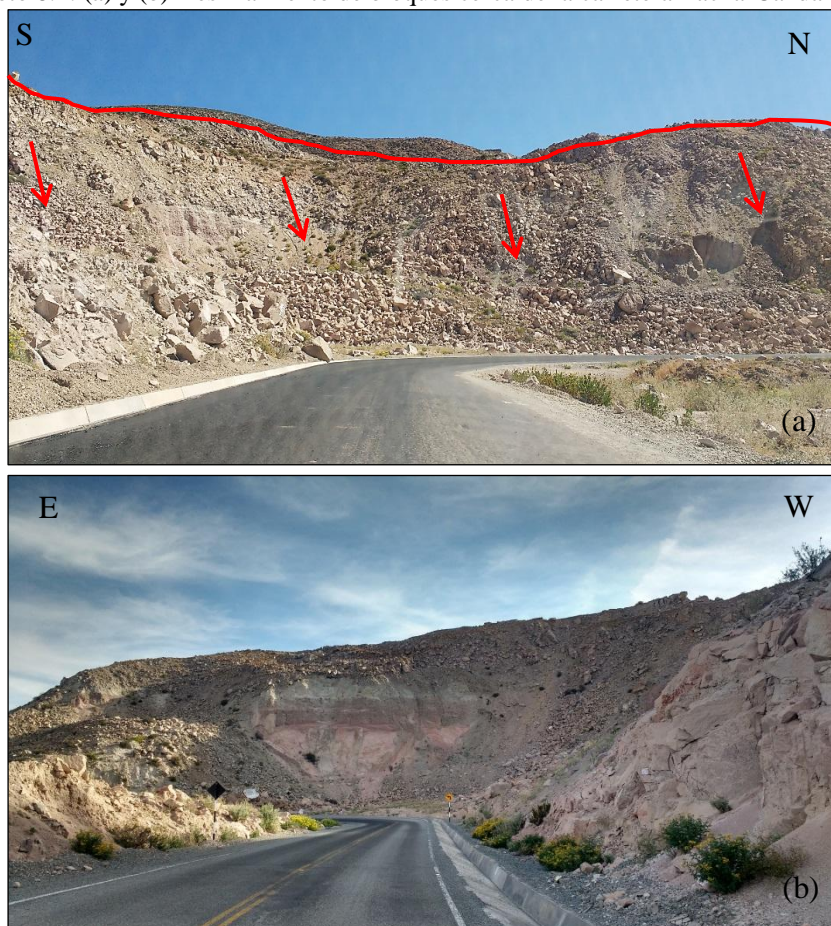
$$R = 0,66*1,0$$

$$R = 0,66$$

Por lo tanto, según los resultados, se muestra que las viviendas construidas con material noble representa un riesgo medio (R= 0,363) y las viviendas construidas con adobe representa un riesgo alto (R= 0,66), así como se aprecia en el mapa de Riesgo en la lámina GR-7.4

Aproximadamente, el 60% de la población de toda la localidad posee viviendas construidas principalmente de adobe y quincha por lo que podrían colapsar frente a eventos sísmicos causados por la probable reactivación del volcán Yucamane o generados por tectónica de placas; asimismo, las vías de comunicación Tacna - Candarave construidas a nivel asfalto, se verían afectadas e interrumpidas por deslizamiento de bloques métricos como se aprecia en la Ilustración 7.1, que están ubicados en las laderas de escarpe.

Foto 8.1. (a) y (b) Deslizamiento de bloques cerca de la carretera Tacna-Candarave



Fuente: PROPIA.

Foto 8.2 Vista de la localidad de Candarave



Fuente: PROPIA.

8.2. LOCALIDAD DE SAN PEDRO

Para condiciones estáticas de acuerdo a la capacidad de carga admisible que es igual a $1,75 \text{ kg/cm}^2$, se le considera un peligro regular con valor a 0,66 (lámina RG-8.2), mientras que para la vulnerabilidad depende del tipo de material de construcción; para esta localidad se estima un valor de 0,60 para viviendas de adobe en estado de regular conservación y 0,25 para viviendas de concreto. Ver mapa de vulnerabilidad en la lámina GR-8.3. A continuación determinamos el riesgo en condiciones estáticas:

Viviendas de material noble

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 0,25 \\ R &= 0,165 \end{aligned}$$

Viviendas de adobe

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 0,6 \\ R &= 0,396 \end{aligned}$$

Como resultado el valor obtenido es 0,165 para viviendas de concreto, cuyo valor está dentro del rango de riesgo bajo y las viviendas de adobe en riesgo medio.

Para condiciones pseudoestáticas se considera de acuerdo a la capacidad portante de $1,44 \text{ kg/cm}^2$ con un peligro regular (0,66) y vulnerabilidad en viviendas de adobe igual a 1,0 y vulnerabilidad en viviendas de material noble igual a 0,5.

Viviendas de Material Noble

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 0,5 \\ R &= 0,33 \end{aligned}$$

Viviendas de Adobe

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 1,0 \\ R &= 0,66 \end{aligned}$$

Según el resultado, los valores hallados se encuentran en un nivel de riesgo medio para viviendas de material noble y alto para viviendas de adobe. Lámina GR-8.4.

En esta localidad existe aproximadamente un 85% de viviendas construidas de adobe, por lo tanto, se le considera como riesgo alto, debido a que las construcciones de este tipo de material son más susceptibles ante un evento sísmico, además, existen áreas extensas de cultivo sobre depósitos de colapso como andenes que estarían expuestos a un derrumbe.

Foto 8.3 Cultivo sobre bloques de colapso en la localidad de San Pedro.



Fuente: PROPIA.

Foto 8.4 Cultivo sobre bloques de colapso en la localidad de San Pedro.



Fuente: PROPIA.

8.3. LOCALIDAD DE TALACA

Para condiciones estáticas se considera un peligro medio con valor a 0,66 debido a que posee una capacidad admisible de 1,44 kg/cm², a la vez, se estima una vulnerabilidad de 0,6 para viviendas de adobe y 0,25 para viviendas de concreto, como se muestra en la lámina GR-9.3. A continuación determinamos el riesgo en condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,6$
$R = 0,165$	$R = 0,396$

Como resultado, se obtiene un valor de 0,165 para viviendas de material noble, cuyo valor está dentro del rango de riesgo bajo y las viviendas de adobe en riesgo medio.

En condiciones pseudoestáticas (capacidad admisible igual a 1,18 kg/cm²) se consideró un peligro regular (P=0,66) con vulnerabilidad en viviendas de adobe igual a 1 y vulnerabilidad en viviendas de material noble igual a 0,5.

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según los resultados, los valores se encuentran en rango de riesgo medio para viviendas de material noble y riesgo alto para viviendas de adobe.

Las viviendas en esta localidad son construidas en su mayoría sin refuerzos estructurales considerando un 90% de este tipo, además, se encuentra en la zona de colapso con una pendiente media a alta de la formación Huaylillas cerca de esta localidad. Como antecedente se tiene el sismo del 23 de Junio de 2001, que afectó a más de la mitad de viviendas en la localidad porque el material de construcción era de piedra y adobe, generando que las construcciones de piedra colapsen por completo, por lo tanto a esta localidad se le considera -respecto a la infraestructura- un riesgo alto.

Foto 8.5 Localidad de Talaca, se muestra las viviendas afectadas del último sismo, asimismo, el peligro latente por el tipo de construcción de viviendas.



Fuente: PROPIA.

8.4. LOCALIDAD DE PALLATA

El peligro que se considera en esta localidad para ambas condiciones es de 0,66 (según la capacidad de carga admisible estática y pseudoestática es igual a 1,76 kg/cm² y 1,44 kg/cm² respectivamente) y una vulnerabilidad que varía respecto al tipo de material de construcción; en construcciones de adobe se tiene 0,6 (estática) a 1 (pseudoestática) que en su mayoría son viviendas familiares, y construcciones de material noble 0,3 (estática) a 0,55 (pseudoestática) que corresponden a la Institución Educativa Inicial N° 363, Institución Educativa N° 42093 y local comunal. Ver lámina GR-10.3.

Se muestra a continuación el desarrollo para determinar el riesgo en condición estática:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,3$	$R = 0,66 * 0,6$
$R = 0,168$	$R = 0,396$

Y el desarrollo para condición pseudoestática:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,55$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,363$	$R = 0,66$

El riesgo en condiciones pseudoestáticas en construcciones de material precario es alto, así como se muestra en la lámina GR-10.4 para ambas condiciones.

Hacia el Este de esta localidad existe un desprendimiento latente de bloques de la formación Huaylillas con pendientes altas que podrían reactivarse en caso de un movimiento sísmico que afectarían directamente a los cultivos que se encuentran alrededor, asimismo, afectaría a la carretera asfaltada Tacna – Candarave y a las viviendas construidas aledañas a dicho escarpe, además el 80% de las viviendas son de adobe y quincha, por lo tanto, se determina un nivel de riesgo alto.

Foto 8.6 Vista satelital de la zona de colapso en el sector de Pallata



Fuente: GoogleEarth.

8.5. LOCALIDAD DE QUILAHUANI

Según a la capacidad de carga admisible en condiciones estáticas ($Q_{adm}=1,86 \text{ kg/cm}^2$) y pseudoestáticas ($Q_{adm}=1,52 \text{ kg/cm}^2$) se considera peligro medio (0,66) como se aprecia en la lámina RG-11.2 y la vulnerabilidad de acuerdo al estado de conservación del material de construcción; las viviendas de adobe en condiciones estáticas y pseudoestáticas para esta localidad toman un valor de 0,7 y 1 respectivamente, mientras que viviendas de material noble 0,25 y 0,5. Ver lámina RG-11.3.

A continuación se calcula el riesgo mediante la fórmula citada anteriormente, para condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,7$
$R = 0,165$	$R = 0,462$

Cálculo para condiciones pseudoestáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según los resultados obtenidos en condición estática y pseudoestática en las viviendas que no poseen soporte estructural (adobe) se determina que el riesgo es de 0,461 y 0,66 respectivamente.

En esta localidad el 70% son viviendas construidas a base de adobe y quincha, este tipo de materiales son más susceptibles ante un evento sísmico, en el 2001 colapsaron las paredes de la viviendas que eran de este tipo de material (adobe), por lo que se considera un riesgo alto en esta localidad.

Foto 8.7 (a) y (b) Presencia de bloques en la localidad de Quilahuani, asimismo, el escarpe de derrumbe.



Fuente: PROPIA.



Fuente: PROPIA.

8.6. LOCALIDAD DE YUCAMANI

De acuerdo a la capacidad de carga admisible promedio que esta localidad posee en condiciones estáticas y pseudoestáticas con valores de 1,89 kg/cm² y 1,54 kg/cm² respectivamente, se considera peligro medio (0,66) como se aprecia en la lámina RG-12.2 y la vulnerabilidad para viviendas de adobe en condiciones estáticas y pseudoestáticas se considera un valor de 0,7 y 1 respectivamente, mientras que en viviendas de material noble un valor de 0,25 y 0,5. Ver lámina RG-12.3.

A continuación se muestra el resultado de riesgo en condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,7$
$R = 0,165$	$R = 0,462$

Y en condiciones pseudoestáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según los resultados se interpreta que las viviendas de adobe son altamente vulnerables frente a un sismo, con un nivel de riesgo alto igual a 0,66.

Esta localidad se encuentra a una distancia aproximada de 11km del volcán Yucamane, se tiene aproximadamente un 60% de las viviendas construidas de material precario, por lo tanto, este tipo de construcción posee una susceptibilidad alta frente a este fenómeno sísmico por lo que se le asigna un riesgo alto.

Foto 8.8 (a) y (b) Localidad de Yucamani, situada cerca al volcán Yucamane, muestra las viviendas de material precario.



Fuente: PROPIA.



Fuente: PROPIA.

8.7. LOCALIDAD DE PATAPATANI

Para condiciones estáticas, de acuerdo a la capacidad portante admisible promedio igual a $1,04 \text{ kg/cm}^2$ se le considera un peligro regular con valor a 0,66 y peligro alto con valor a 0,99 como se aprecia en la lámina RG-13.02, para la vulnerabilidad depende del tipo de material de construcción; se estima un valor de 0,65 para viviendas de adobe de acuerdo al estado conservación y 0,30 para viviendas de material noble como se aprecia en la lámina RG-13.03.

Determinamos el riesgo en condiciones estáticas de la siguiente manera:

Viviendas de material Noble

$$(P=0,99)$$

$$R = P * V$$

$$R = 0,99 * 0,30$$

$$R = 0,297$$

Viviendas de adobe

$$(P=0,99)$$

$$R = P * V$$

$$R = 0,99 * 0,65$$

$$R = 0,644$$

Viviendas de material noble

$$(P=0,66)$$

$$R = P * V$$

$$R = 0,66 * 0,3$$

$$R = 0,198$$

Viviendas de adobe

$$(P=0,66)$$

$$R = P * V$$

$$R = 0,66 * 0,65$$

$$R = 0,429$$

Para las viviendas de construcción con material precario se tiene riesgo medio entre 0,429 y 0,644 como se aprecia en la lámina RG-13.04.

Para condiciones pseudoestáticas se considera según la capacidad portante (valor promedio de $Q_{adm} = 0,87 \text{ kg/cm}^2$) un peligro alto (0,99), con vulnerabilidad en viviendas de adobe igual a 1 y vulnerabilidad en viviendas de material noble igual a 0,5.

Viviendas de material noble

$$R = P * V$$
$$R = 0,99 * 0,5$$
$$R = 0,495$$

Viviendas de adobe

$$R = P * V$$
$$R = 0,99 * 1$$
$$R = 0,99$$

Según el resultado del producto, el nivel de riesgo para viviendas de material precario es alto.

Considerando un evento sísmico, esta localidad posee una susceptibilidad alta, porque aproximadamente el 95% de las viviendas son construidas a base de material precario, por lo tanto el riesgo es alto, como se aprecia en la lámina RG-13.4.

Foto 8.9 (a) y (b) Viviendas construidas de material de adobe y quincha en la localidad de Patatani



Fuente: PROPIA.

8.8. LOCALIDAD DE SANTA CRUZ

El peligro que se considera en esta localidad para ambas condiciones es de 0,66 (según la capacidad de carga admisible estática y pseudoestática promedio es igual a 2,32 kg/cm² y 1,83 kg/cm² respectivamente) y una vulnerabilidad que varía según el tipo de material con la que fue construida la vivienda; en construcciones de material precario de 0,6 (estática) a 1 (pseudoestática), y en construcciones de material noble 0,3 (estática) a 0,55 (pseudoestática).

Se muestra a continuación el desarrollo para determinar el riesgo en condición estática:

Viviendas de material noble

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 0,3 \\ R &= 0,168 \end{aligned}$$

Viviendas de adobe

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 0,6 \\ R &= 0,396 \end{aligned}$$

Y el desarrollo para condición pseudoestática:

Viviendas de material Noble

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 0,55 \\ R &= 0,363 \end{aligned}$$

Viviendas de adobe

$$\begin{aligned} R &= P * V \\ R &= 0,66 * 1 \\ R &= 0,66 \end{aligned}$$

El riesgo en condiciones pseudoestáticas en viviendas de adobe es alto como se observa en la lámina RG-14.4.

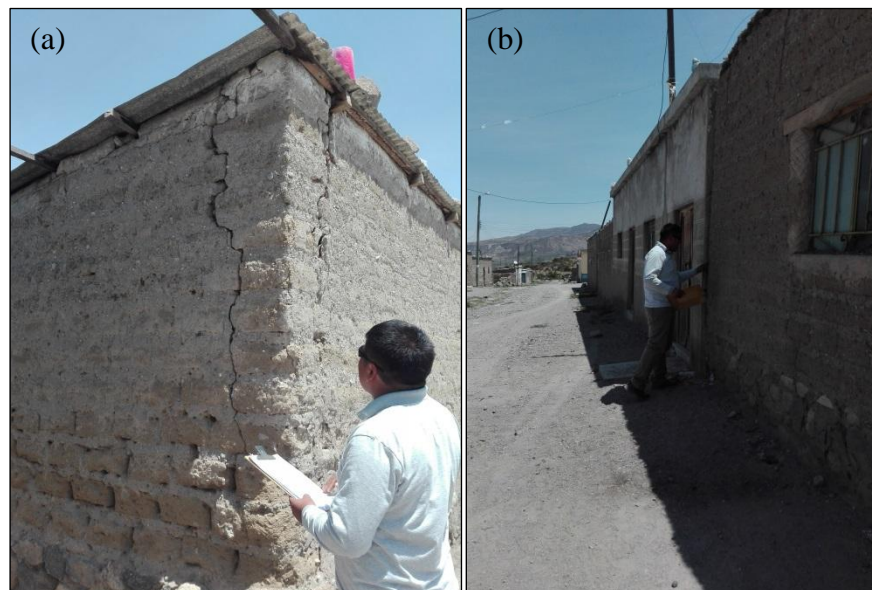
Considerando que el 75% de las viviendas son de adobe y que estas son altamente susceptible frente a un evento sísmico se determina un riesgo alto.

Foto 8.10 Localidad de Santa Cruz, en vista con el volcán Yucamane.



Fuente: PROPIA.

Foto 8.10ab Viviendas en mal estado, aun siendo habitadas en la localidad de Santa Cruz



Fuente: PROPIA.

8.9. LOCALIDAD DE CALLERACO

Según a la capacidad de carga admisible en condiciones estáticas ($Q_{adm}=3,87 \text{ kg/cm}^2$) y pseudoestáticas ($Q_{adm}=2,95 \text{ kg/cm}^2$) se considera peligro bajo (0,33) y peligro medio (0,66) respectivamente, como se aprecia en la lámina RG-15.2 y la vulnerabilidad de acuerdo al estado de conservación del material de construcción; las viviendas de adobe en condiciones estáticas y pseudoestáticas son 0,7 y 1 respectivamente, mientras que viviendas de material noble es de 0,25 y 0,5. Ver lámina RG-15.3.

A continuación se calcula el riesgo mediante la fórmula citada anteriormente, para condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
(P=0,33)	(P=0,33)
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,33 * 0,25$	$R = 0,33 * 0,7$
$R = 0,083$	$R = 0,231$

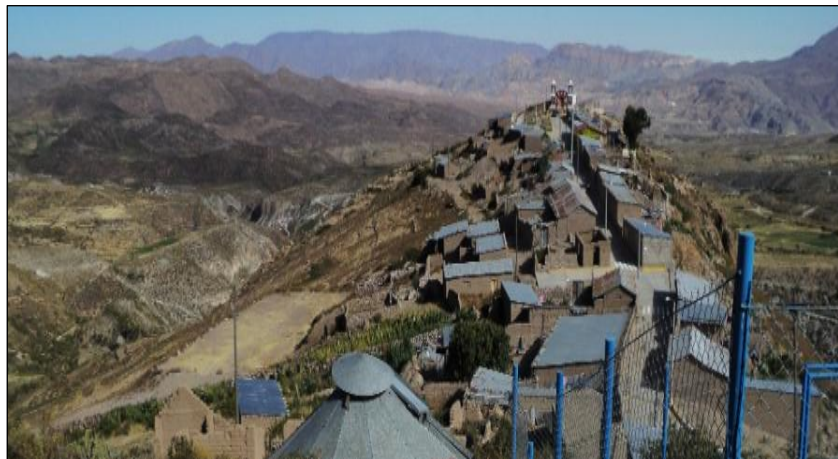
El resultado se encuentra graficado en la lámina 15.04. El cálculo para condiciones pseudoestáticas es lo siguiente:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según los resultados obtenidos en condición estática y pseudoestática de las viviendas que no poseen soporte estructural, se determina que el riesgo es de 0,231 y 0,66 respectivamente.

En esta localidad el 95% son viviendas a base de adobe y quincha que se encuentran en estado de conservación regular a baja, las cuales son más susceptibles frente a un evento sísmico, por lo que se considera a esta localidad un nivel de riesgo alto en el tipo de construcciones.

Foto 8.11 Vista de la localidad de Calleraco.



Fuente: PROPIA.

8.10. LOCALIDAD DE TOTORA

Para condiciones estáticas de acuerdo a la capacidad de carga admisible promedio igual a $2,69 \text{ kg/cm}^2$ se le considera un peligro regular y bajo con valor de 0,66 y 0,33 respectivamente (lámina RG-16.02), mientras que para la vulnerabilidad depende del tipo de material de construcción; se estima un valor de 0,60 para viviendas de adobe en estado de regular conservación y 0,25 para viviendas de material noble como se aprecia en la lámina RG-16.03.

Determinamos el riesgo en condiciones estáticas de la siguiente manera:

Viviendas de material noble (P=0,66) $R = P * V$ $R = 0,66 * 0,25$ $R = 0,165$	Viviendas de adobe (P=0,66) $R = P * V$ $R = 0,66 * 0,6$ $R = 0,396$
Viviendas de material noble (P=0,33) $R = P * V$ $R = 0,33 * 0,25$ $R = 0,083$	Viviendas de adobe (P=0,33) $R = P * V$ $R = 0,33 * 0,6$ $R = 0,198$

El resultado se encuentra graficado en la lámina RG-16.4, para viviendas de material noble se considera riesgo bajo y riesgo medio.

Asumiendo un evento sísmico generado por la probable reactivación del volcán Yucamane (valor promedio de $Q_{adm}=2,08 \text{ kg/cm}^2$), posee un peligro regular (0,66) y alto (0,99) de acuerdo a la capacidad de carga admisible, la vulnerabilidad en viviendas de adobe igual a 1 y vulnerabilidad en viviendas de material noble igual a 0.5.

**Viviendas de material noble
(P=0,66)**

$$R = P * V$$
$$R = 0,66 * 0,5$$
$$R = 0,33$$

**Viviendas de adobe
(P=0,66)**

$$R = P * V$$
$$R = 0,66 * 1$$
$$R = 0,66$$

**Viviendas de material noble
(P=0,99)**

$$R = P * V$$
$$R = 0,99 * 0,5$$
$$R = 0,495$$

**Viviendas de adobe
(P=0,99)**

$$R = P * V$$
$$R = 0,99 * 1$$
$$R = 0,99$$

Según los resultados, para viviendas de material precario se consideran un riesgo alto.

El 85% de las viviendas en esta localidad son construidas de material precario, en estado de conservación regular a baja, por lo tanto, según las características geotécnicas y análisis de riesgo se considera un valor de riesgo alto, teniendo como antecedente el sismo del 2001 que causaron daños en las paredes de las viviendas generando que colapsen.

Foto 8.12 Localidad de Totora, se observa viviendas colapsadas, y de adobe.



Fuente: PROPIA.

8.11. LOCALIDAD DE MULLINI

Según a la capacidad de carga admisible en condiciones estáticas (($Q_{adm}=1,74 \text{ kg/cm}^2$),) y pseudoestáticas (($Q_{adm}=1,42 \text{ kg/cm}^2$),) se considera peligro medio (0,66) como se aprecia en la lámina RG-17.2 y la vulnerabilidad de acuerdo al estado de conservación del material de construcción; las viviendas de adobe en condiciones estáticas y pseudoestáticas para esta localidad toman un valor de 0,7 y 1 respectivamente, mientras que viviendas de material noble 0,25 y 0,5. Ver lámina RG-17.3.

A continuación se calcula el riesgo mediante la fórmula citada anteriormente, para condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,7$
$R = 0,165$	$R = 0,462$

Calculo para condiciones pseudoestáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según los resultados obtenidos en condición estática y pseudoestática de las viviendas que no poseen soporte estructural se determina que el riesgo es de 0,461 y 0,66 respectivamente. En esta localidad el 80% son viviendas a base de adobe y quincha las cuales son más susceptibles ante un evento sísmico. Por lo que se considera un riesgo alto en este tipo de construcciones.

8.12. LOCALIDAD DE LA VICTORIA

El peligro que se considera en esta localidad para ambas condiciones es de 0,66 (según la capacidad de carga admisible estática y pseudoestática es igual a 1,78 kg/cm² y 1,45 kg/cm² respectivamente) y una vulnerabilidad que varía según el tipo de material con la que fue construida la vivienda; en construcciones de material precario de 0,6 (estática) a 1 (pseudoestática), y en construcciones de material noble 0,3 (estática) a 0,55 (pseudoestática).

Se muestra a continuación el desarrollo para determinar el riesgo en condición estática:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,3$	$R = 0,66 * 0,6$
$R = 0,168$	$R = 0,396$

Y el desarrollo para condición pseudoestática:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,55$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,363$	$R = 0,66$

El riesgo en condiciones pseudoestáticas en construcciones de material precario es alto, además considerando que el 90% de las viviendas son de adobe se determina un riesgo alto.

8.13. LOCALIDAD DE JIRATA

De acuerdo a la capacidad de carga admisible que esta localidad posee de condiciones estáticas ($Q_{adm}=2,41 \text{ kg/cm}^2$) y pseudoestáticas ($Q_{adm}=1,87 \text{ kg/cm}^2$) se considera peligro medio (0,66) como se aprecia en la lámina RG-19.2 y la vulnerabilidad de acuerdo al estado de conservación del material de construcción; viviendas de adobe con condiciones estáticas y pseudoestáticas 0,7 y 1 respectivamente, mientras que viviendas de material noble 0,25 y 0,5. Ver lámina RG-19.3.

A continuación se muestra el resultado de riesgo en condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,7$
$R = 0,165$	$R = 0,462$

En condiciones pseudoestáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según el resultado de los cuadros se puede interpretar que las viviendas de adobe son altamente vulnerables frente a un sismo, además considerando que el 85% de las viviendas en esta localidad son de este tipo de construcción (adobe) posee una susceptibilidad alta frente a este fenómeno por ende un riesgo alto.

8.14. LOCALIDAD DE BUENAVISTA

Para condiciones estáticas de acuerdo a la capacidad de carga admisible con valor igual a $2,13 \text{ kg/cm}^2$ se le considera un peligro regular con valor a 0,66 (lámina RG-20.02), mientras que, para la vulnerabilidad depende del tipo de material de construcción; se estima un valor de 0,60 para viviendas de adobe en estado de regular conservación y 0,25 para viviendas de material noble.

A continuación determinamos el riesgo en condiciones estáticas:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,6$
$R = 0,165$	$R = 0,396$

Como resultado se obtiene un valor de 0,165 para viviendas de material noble, cuyo valor está dentro del rango de riesgo bajo y las viviendas de adobe en riesgo medio.

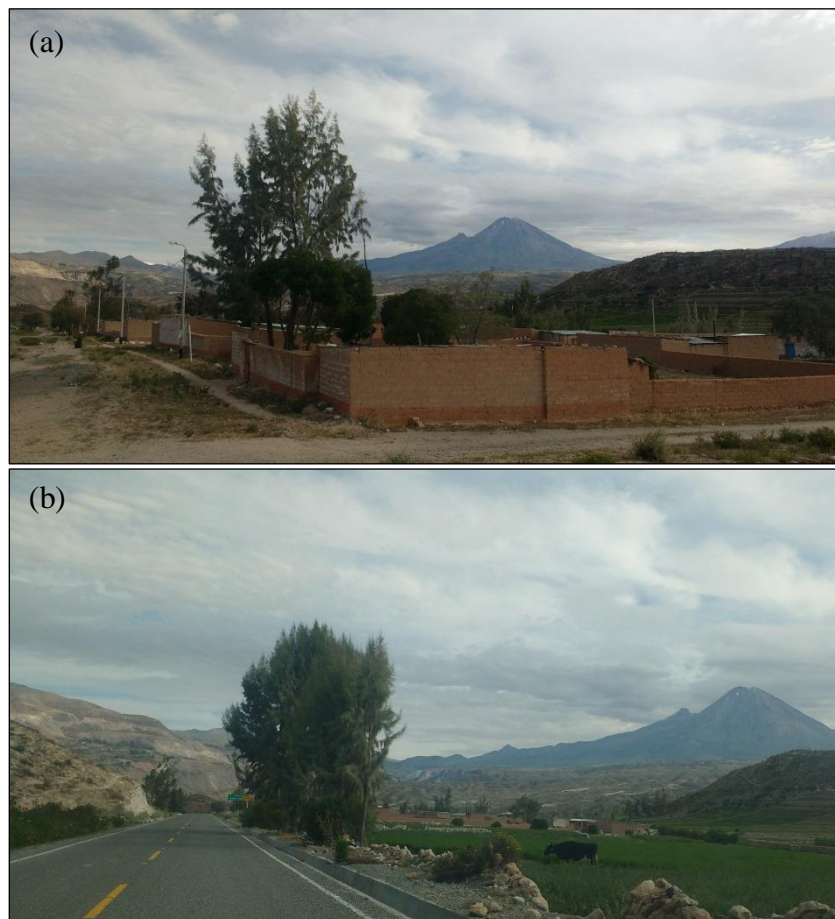
Para condiciones pseudoestáticas se considera un movimiento sísmico, de acuerdo a la capacidad portante igual a $1,72 \text{ kg/cm}^2$ se tiene un peligro regular (0,66), con vulnerabilidad en viviendas de adobe igual a 1 y vulnerabilidad en viviendas de material noble igual a 0.5.

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según los valores hallados se encuentran en rango de riesgo medio para viviendas de material noble y alto para viviendas de adobe.

El 95% de las viviendas de esta localidad son construidas de adobe y quincha, con un suelo de cimentación de capacidad admisible de 1,72 kg/cm², por lo tanto se le considera una zona de riesgo alto por la susceptibilidad que presentan el tipo de viviendas.

Foto 8.13 (a) y (b) Las viviendas son construidas en su mayoría a base de adobe.



Fuente: PROPIA

8.15. LOCALIDAD DE ARICOTA

Para condiciones estáticas de acuerdo a la capacidad de carga admisible ($Q_{adm}=1,64 \text{ kg/cm}^2$) se le considera un peligro regular con valor a 0,66 (lámina RG-21.02) mientras que para la vulnerabilidad depende del tipo de material de construcción; se estima un valor de 0,60 para viviendas de adobe en estado de regular conservación y 0,25 para viviendas de material noble como se aprecia en la lámina RG-21.03. Determinamos el riesgo en condiciones estáticas de la siguiente manera:

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,25$	$R = 0,66 * 0,6$
$R = 0,165$	$R = 0,396$

Como resultado se obtiene un valor de 0,165 para viviendas de material noble que está dentro del rango de riesgo bajo y las viviendas de adobe en riesgo medio.

Para condiciones pseudoestáticas se considera un movimiento sísmico por la probable reactivación del volcán Yucamane, de acuerdo a la capacidad portante ($Q_{adm}=1,34 \text{ kg/cm}^2$) se tiene un peligro regular (0,66), vulnerabilidad en viviendas de adobe igual a 1 y vulnerabilidad en viviendas de material noble igual a 0.5.

Viviendas de material noble	Viviendas de adobe
$R = P * V$	$R = P * V$
$R = 0,66 * 0,5$	$R = 0,66 * 1$
$R = 0,33$	$R = 0,66$

Según el resultado, el riesgo para viviendas de material noble es medio y para viviendas de adobe es alto.

Considerando un movimiento sísmico esta localidad posee una susceptibilidad alta, porque aproximadamente el 75% de las viviendas son construidas a base de material precario que podrían colapsar, así como se registró el último sismo ocurrido en el 2001, dejando fisuras en las paredes como se aprecia en la ilustración 6.10, por lo tanto el riesgo es alto, como se aprecia en la lámina RG-21.4.

Foto 8.14 Localidad de Aricota situada sobre una terraza aluvial.



Fuente: PROPIA

Foto 8.15 En la localidad de Aricota se aprecia las fallas en la pared del colegio.



Fuente: PROPIA

CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

- 9.1.1 Producto de los procesos geodinámicos internos y externos en la zona de estudio se identificó -según su relieve- cinco unidades geomorfológicas, Lomadas que es de mayor extensión y predominante en el área de estudio con pendiente menor a 15° , seguidos de Montañas, Terraza Estructural, Terraza Aluvial y Valles; asimismo, la zona presenta quebradas profundas con pendientes altas mayores de 30° .
- 9.1.2 Se realizó los ensayos de mecánica de suelos de acuerdo a las normativas peruanas del MTC; asimismo, según al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS el suelo predominante en la zona de estudio es de arena limosa (SM).
- 9.1.3 La densidad in situ fue calculada en la mayoría de los ensayos mediante tablas, según las características presentadas en campo, en las localidades de la zona de estudio se tiene una densidad promedio de $1,69 \text{ gr/cm}^3$, de compacidad suelta a media.
- 9.1.4 Las capacidades de carga fueron trabajadas para una construcción de una vivienda de dos pisos de cimentación superficial cuadrada con profundidad de $D_f = 1,00\text{m}$ y ancho de la zapata $b = 0,50\text{m}$; las capacidades portantes con densidades de compacidad suelta fueron calculados por la fórmula de Terzaghi para corte por fallo local, mientras que las densidades de compacidad media a compacta halladas por formula general, como resultado de estos cálculos en condiciones estáticas se tiene un promedio de $2,10 \text{ kg/cm}^2$ y en condiciones pseudoestáticas $1,60 \text{ kg/cm}^2$ las cuales son clasificadas

como suelos de capacidad portante admisible regular de acuerdo a la Norma E-80 que establece valores entre $1,00 \text{ kg/cm}^2$ y $3,00 \text{ kg/cm}^2$ como suelos intermedios o blandos.

- 9.1.5 El peligro más latente en nuestra zona de estudio es el movimiento sísmico ocasionado por la probable reactivación del volcán Yucamane que causaría daños en las viviendas de las localidades, cultivos y vías de comunicación que se verían interrumpidas por deslizamientos de bloques de la zona escarpe como también la reactivación de fallas; para determinar el nivel de peligro en las diferentes localidades se ha relacionado al tipo de suelo según la capacidad portante, por lo tanto en la mayoría de las localidades el peligro es medio con un valor de 0,66.
- 9.1.6 Se logró realizar el mapa de vulnerabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas; en condiciones estáticas se consideró un valor promedio de 0,60 (grado de vulnerabilidad) para viviendas de adobe y 0,25 para viviendas de material noble, mientras que en condiciones pseudoestáticas a las viviendas de adobe se asignó un valor igual a 1 que indica la alta vulnerabilidad por el estado de conservación en la que se encuentra y 0,5 para viviendas de concreto, debido a que este tipo de viviendas representan un mayor porcentaje del total, las localidades son altamente vulnerables.
- 9.1.7 En base a los resultados se concluye que, los suelos de cimentación en condiciones pseudoestáticas son regulares, pero en caso de un movimiento sísmico por la probable reactivación del volcán Yucamane, las viviendas construidas de manera precaria (adobe) no garantizan su estabilidad por lo tanto presentara un nivel de riesgo alto, debido a que se estima un magnitud aproximada de 5,3

ML en base a lo ocurrido con la reactivación del volcán Sabancaya puesto que la área de estudio se encuentra en la misma zonificación sísmica ($Z=0,35$).

- 9.1.8 Las áreas de cultivo se dan mayormente sobre escarpes, terrazas estructurales y aluviales, brindando una gran productividad de diversos productos que se siembran en esta provincia; ante un posible evento sísmico los cultivos próximos a escarpes y terrazas estructurales se verían afectados por derrumbe de muros que forman los andenes mientras que en terrazas aluviales van incrementando el nivel freático con sus aportes de riego.

9.2. RECOMENDACIONES

- 9.2.1 Se recomienda construir viviendas de material noble con cimentaciones superficiales de zapata cuadrada de $D_f=1,0m$ y $b=0,50m$ como mínimo, para garantizar ligeramente la estabilidad de las viviendas en caso de un movimiento sísmico generado por la probable reactivación del volcán Yucamane.
- 9.2.2 Se recomienda que en caso de construir viviendas de adobe, realizar bajo la Norma Técnica E-080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.
- 9.2.3 Elaborar un mapa de evacuación en caso de un evento sísmico para que sea adoptado como medida preventiva por los distritos y localidades que se encuentran alrededor de este volcán.
- 9.2.4 Se recomienda instalar como mínimo un acelerógrafo cerca del volcán Yucamane, para realizar el monitoreo sísmico ya que es una manera de comprobar el estado actual o la actividad del volcán, además se obtendrá datos a tiempo real de las vibraciones que

ocurren en el interior para predecir movimientos y dar alerta a la población.

- 9.2.5 Concientizar a la población del tipo de amenaza al que están expuestas según las condiciones del entorno (geografía) y el lugar (infraestructura) en que viven.
- 9.2.6 Se recomienda a las autoridades trabajar con la población para reducir los riesgos ante eventos sísmicos, además de contar con programas de prevención de desastres, con elementos que puedan ser útiles para dar una respuesta ante este tipo de emergencias.
- 9.2.7 Se recomienda realizar simulacros en todas las localidades para responder de manera calmada en caso de un evento sísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, H., Mamani, M., Alvan, A., Oviedo, M., & Rodriguez, J. (2012). Actividad tectónica del Sistema de Fallas Incapuquio durante la formación de la Cuenca Arequipa en el Jurásico. *INGEMMET*, 4.
- Benavente, C., Carlotto, V., & Del Castillo, B. (2010). Extensión en el arco volcánico actual del Sur del Perú. *XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú.*, 4.
- climate-data.org* . (s.f.). Recuperado el 02 de Agosto de 2017, de *climate-data.org*
- Cornell, A. (1968). Engineering Seismic Risk Analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 24.
- Dean Valdivia, J. G. (1874). Fragmentos para la historia de Arequipa. *Folleto "El Deber"*, 109-111.
- Estrada, L. (2012). Apuntes de Sismología. En L. Estrada, *Apuntes de Sismología* (pág. 52). Tucumán.
- Fell, R. (1994). Landslide risk assessment and acceptable risk. *Canadian Geotechnical Journal*, 261-272.
- Fidel, L., & Huamaní, A. (2001). Mapa Preliminar de Amenaza Volcánica Potencial del Volcán Yucamane. *Boletín N° 26*, 123.
- Fidel, L., Morche, W., & Núñez, S. (1997). Riesgo Volcánico en el Sur del Perú. *Boletín N° 16*, 105.
- Gerge, M., & Touret, J. (2004). Role of magma mixing in the petrogenesis of lavas erupted through the 1990-98 explosive activity of Nevado Sabancaya in south Peru. *Bulletin of Volcanology*, 66.

- Hazen, A. (1911). Discussion of Dams on Sand Foundations: Some Principles Involved in Their Design, and the Law Governing the Depth of Penetration Required for Sheet-Piling by Arnold C. Koenig. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 189.
- INDECI. (2006). Manual Básico para la Estimación de Riesgo. *Instituto Nacional de Defensa Civil*, 73.
- INEI. (2007). Censos Nacionales (XI de Población y VI de vivienda). Resultados definitivos a nivel provincial y distrital: Provincias Tacna, Candarave, Jorge Basadre y Tarata.
- La Torre, H. (1965). Cuadrangulo de Tarata (Hoja 35-v). *Comisión Carta Geológica Nacional Boletín N° 11*, 90.
- Macedo, L., Mariño, J., Rivera, M., Legay, E., & Manrique, N. (2014). Aportes del INGEMMET en la Reducción de Riesgos Volcánicos en la Provincia de Candarave (Tacna) ante una Reactivación de los Volcanes Tutupaca y Yucamane. *XVII Congreso de Geología 2014*, 4.
- Mamani, M., Ibarra, I., Carlier, G., & Fornari, M. (2004). Petrología y geoquímica del magmatismo alcalino de la zona noroeste del Altiplano peruano (departamento de Puno). *Sociedad Geológica del Perú*, 157–174.
- Mamani, M., Wörner, G., & Sempere, T. (2009). Geochemical variations in igneous rocks of the Central Andean orocline (13°S to 18°S): Tracing crustal thickening and magma generation through time and space. *GSA Bulletin*, 62–182.
- Manrique, N. (2013). Evolución Vulcanológico y Magmática del Edificio Reciente del Complejo Volcánico Tutupaca (Tacna). *Tesis*, 111.

- Manrique, N., Mariño, J., Samaniego, P., & Fidel, L. (2012). Datos preliminares sobre la Evolución Vulcanológica del Complejo Volcánico Tutupaca. *XVI Congreso Geología 2012*, 5.
- Mendivil, S. (1965). Geología de los Cuadrangulos de Maure y Antajave. . *Comision Carta Geológica Nacional*, 97.
- Mering, C., Huaman, D., Chorowicz, J., Deffontaines, B., & Guillande, R. (1996). New data on the geodynamics of Southern Peru from computerized analysis of SPOT and SAR ERS-1 images. *Tectonophysics* 259, 153–169.
- MTC. (2013). Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. *Ministerio de Transportes y Comunicaciones* , 350.
- Noble, D., & Mckee, E. (1999). The mioceno metallogenic belt of central and northern Peru. *Geology and Ore Deposits of the Central Andes, Society of Economic Geologists, Special Publication*, 155-193.
- Norabuena, E., Dixon, T., Stein, S., & Harrison, C. (1999). Decelerating Nazca-South America and Nazca-Pacific. *Geophysical Research Letters*, 26.
- Norma Peruana E-050 (*Suelos y Cimentaciones*). (s.f.).
- Ordoñez, J. (2004). Las arcillas expansivas de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez. *Memorias de la XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos*.
- Paredes, O., Juarez, R., Bedoya, C., Acosta, J., Pino, E., Barriga, J., y otros. (2002). Estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Candarave. *UNJBG - INDECI*, 159.
- Quang, C., Clark, A., & Lee, J. (2005).). Response of supergene processes to episodic Cenozoic uplift, Pediment erosion, and ignimbrite eruption in the porphyry copper Province of Southern Perú. *Economic Geology* 100, 87–114.

- Rivera, M., & Mariño, J. (2004). Volcán Yucamane (Sur del Perú): Geología, Petrología y Evaluación Preliminar de las Amenazas Volcánicas. *Sociedad Geologica del Perú*, 19.
- Rivera, M., Mariño, J., Samaniego, P., Delgado, R., & Manrique, N. (2016). Geología y Evaluación de Peligros del Complejo Volcánico Ampato - Sabancaya (Arequipa). *Boletín N° 61*, 132.
- Saez, E. (2010). Fundamentos de Geotécnica. *Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile*. .
- Samaniego, P., Rivera, M., Mariño, J., Guillou, H., Liorso, C., Zerathe, S., y otros. (2016). The eruptive chronology of the Ampato-Sabancaya volcanic complex (Southern Peru). *Journal of Volcanology and Geothermal Research.*, 110-128.
- SENAMHI. (2017). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)*.
- Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. New York, U.S.A.: J Wiley and Sons, Inc.
- Terzaghi, K., & Peck, R. (1973). *Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*. España: El ateneo S.A.
- Tosdal, R., Farrar, E., & Clark, A. (1981).). K-Ar geochronology of the late Cenozoic volcanic rocks of the Cordillera Occidental, southernmost Peru. *Journal of Volcanology and Geothermal*, 157-173.
- Varnes, J. (1984). Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice, Natural Hazards. *UNESCO*.
- Vela, J. C. (2015). Estudio Tefro-Estratigráfico de los Depósitos Asociados con las Erupciones Recientes del Volcán Yucamane (Tacna). *Tesis*, 114.

Vesic, A. (1975). *Bearing Capacity of Shallow Foundations*. New York, USA: Chapter 3 in *Foundation Engineering Handbook*, H.F. Winterkon and H.-Y. Fang(eds), Van Nostrand Reinhold Co.

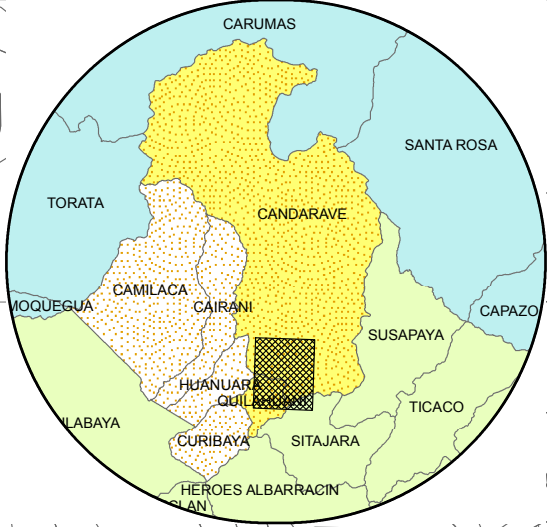
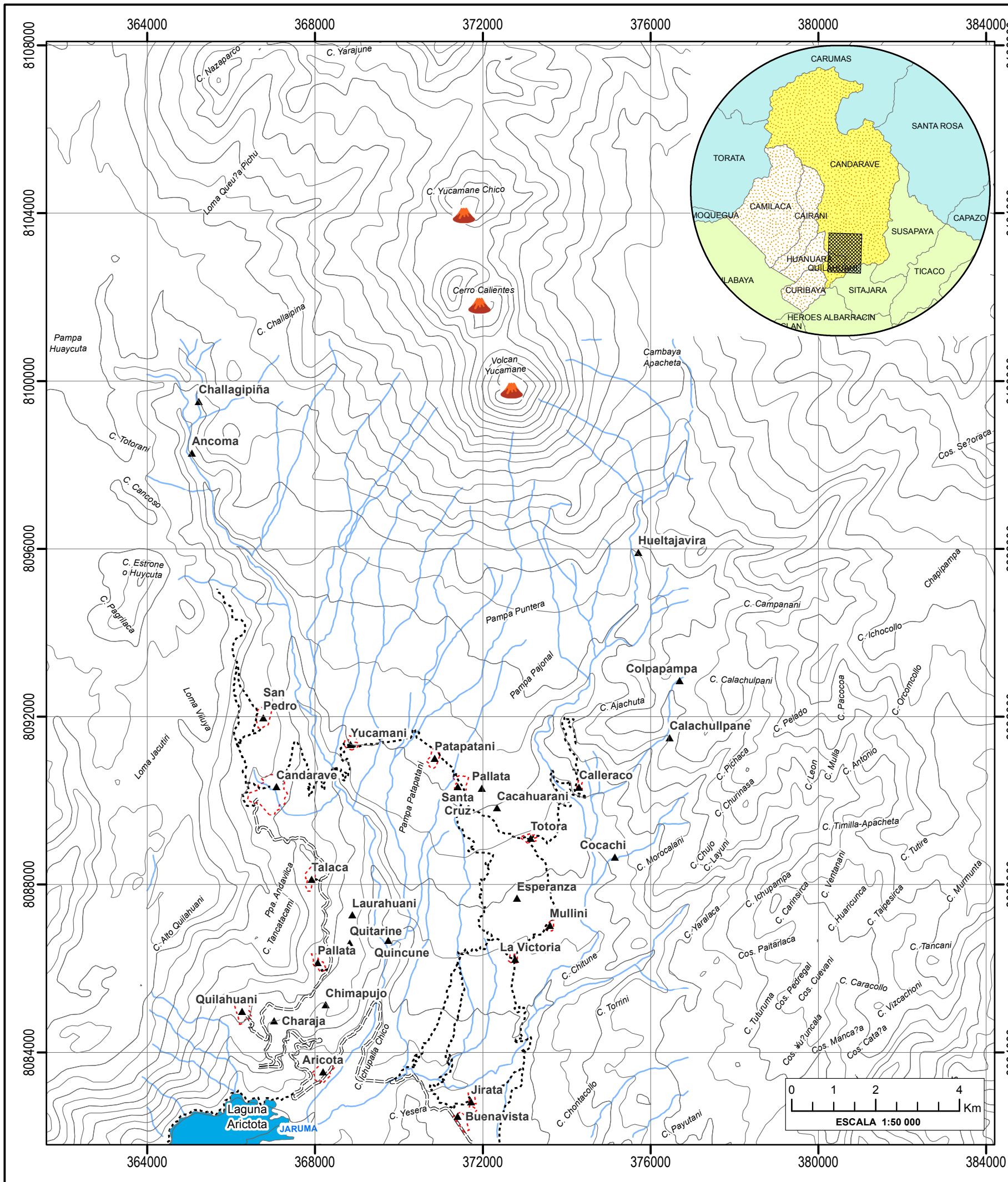
Wilson, J., & Garcia, W. (1962). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca. *Boletín A4*, 81.

Yocoy, L. (1984). Internacional mobile early-warning systems(s) for volcanic eruptions and related seismic activities. *UNESCO, Paris*.

Zamacola , J., & Jauregui , D. (1804). Apuntes para la historia de Arequipa. En J. Zamacola, & D. Jauregui, *Apuntes para la historia de Arequipa* (pág. 15). Arequipa: Edición 1958.

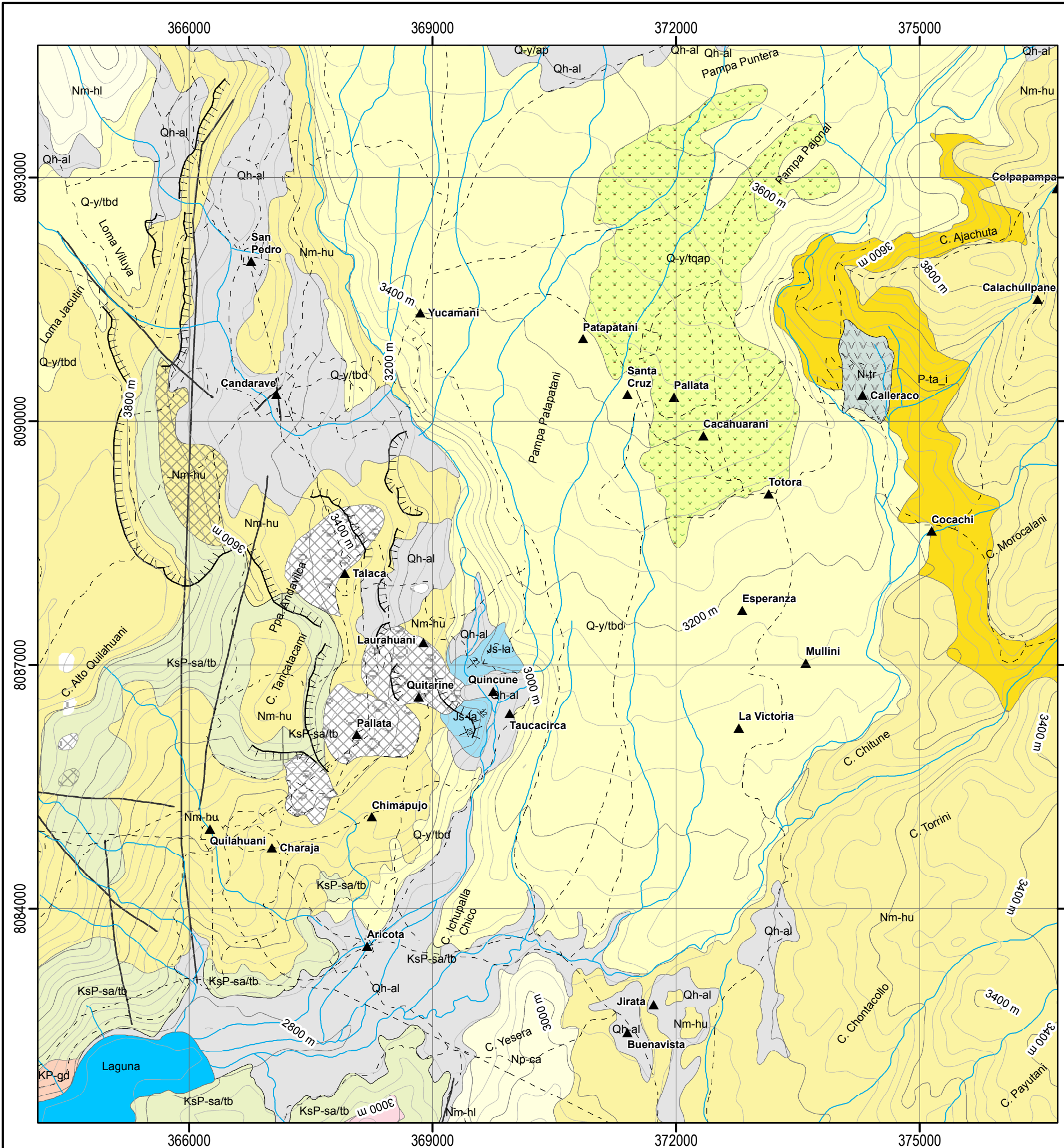
climate-data.org . (s.f.). Recuperado el 02 de Agosto de 2017, de *climate-data.org*

MAPAS



SIMBOLOGÍA		
Curvas de nivel	Carretera Asfaltada	Viviendas
Drenaje	Trocha Carrozable	Zona de estudio
Laguna Aricota	Pueblos	Volcán

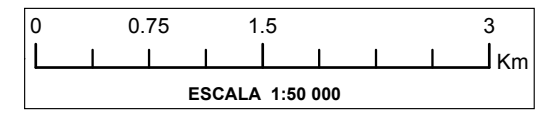
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR: Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	PLANO DE UBICACIÓN	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	RG-01



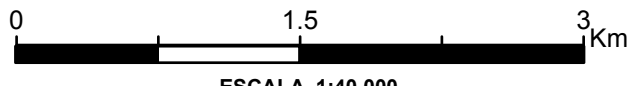
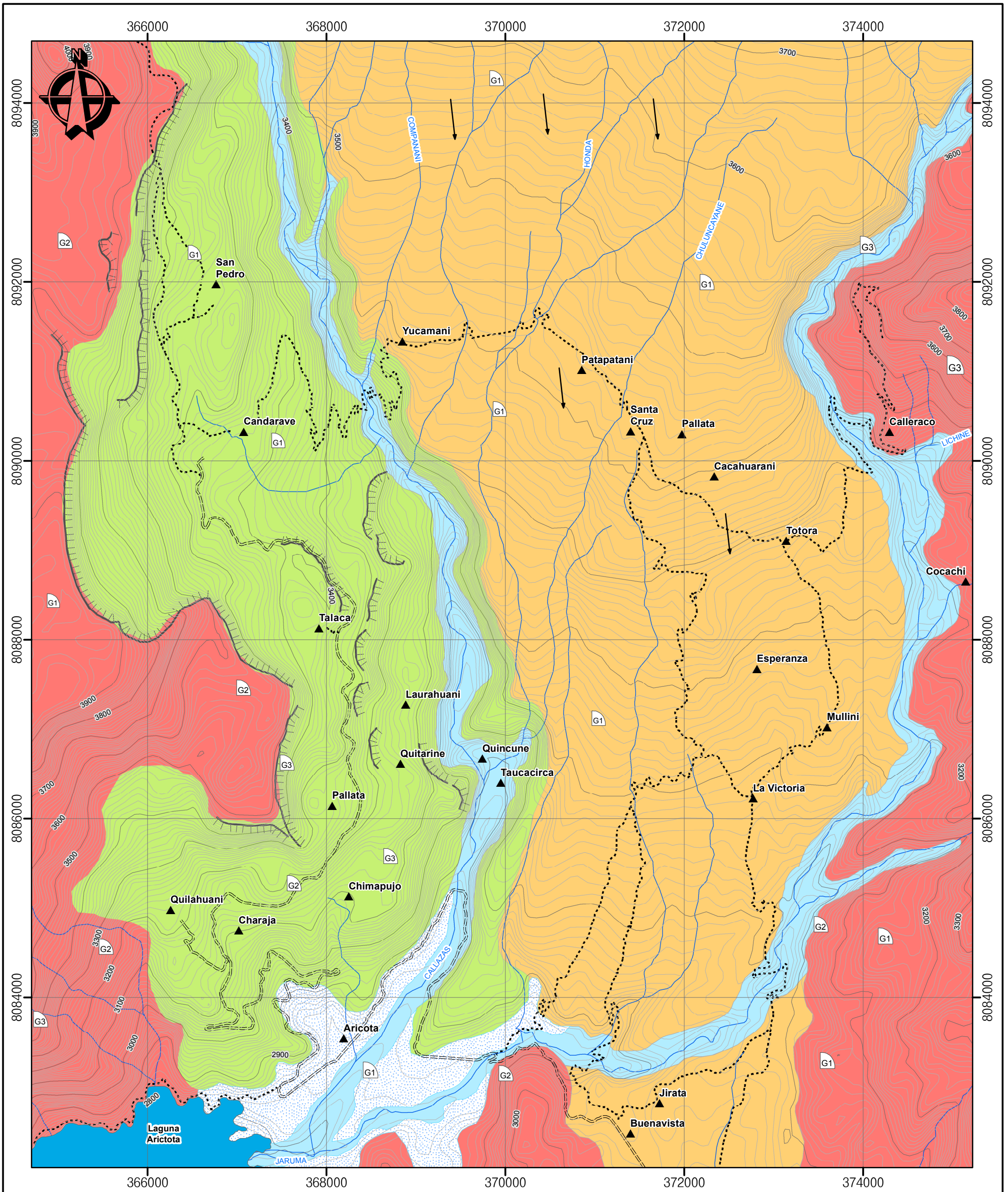
ERATEMA		UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS			
SISTEMA	SERIE	CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOLOCENO	ROCAS IGNEAS
CUATERNARIO	HOLOCENO	Qh-al	Depositos aluviales - Gravas y arenas mal seleccionados en matriz, limarcenosa.		
		Nm-hu	Fm. Huayllillas		
NEOGENO	PLIOCENO	N-ch/pi	Piroclastos Chuquiananta, piroclastos de arena.	N-n/dp	Dacita porfirica
		N-n/pi	Piroclastos de arena, lobalitolastica, bloques.	N-l/ap	Andesita porfirica
PALEOGENO	OLIGOCENO	Nm-hl	Fm. Huilacollo	N-n/ci	Cuarzo latita.
		P-ta_s	Fm. Tarata superior.	N-n/ap	Andesita porfirica
MESOZOICO	CRETACEO SUP.	KsP-sa/tb	Riolita Samanape	N-y/ab	Andesita basáltica
		KsP-sa	Fm. Quellaveco Unid. Samanape	N-y/rp	Riolita porfirica.
MESOZOICO	CRETACEO INF.	Ki-ma	Fm. Matalaque	N-y/tba	Toba andesitica.
		Ki-hu	Fm. Huahuani.	N-y/dp	Dacita porfirifica.
JURASICO SUP.		Js-la	Fm. Labra.	N-y/ap	Andesita porfirifica.
		KP-gr	Granito		
		KP-gd	Granodiorita		

Fuente: INGEMMET

SIMBOLOGÍA			
	Falla		Contacto litológico
	Cicatriz de colapso		Escarpa de derrumbre
	Buzamiento de capas		Curvas de nivel
	Carretera		Pueblos
	Rio y/o quebrada		Alteración
	Laguna Aricota		Alteración



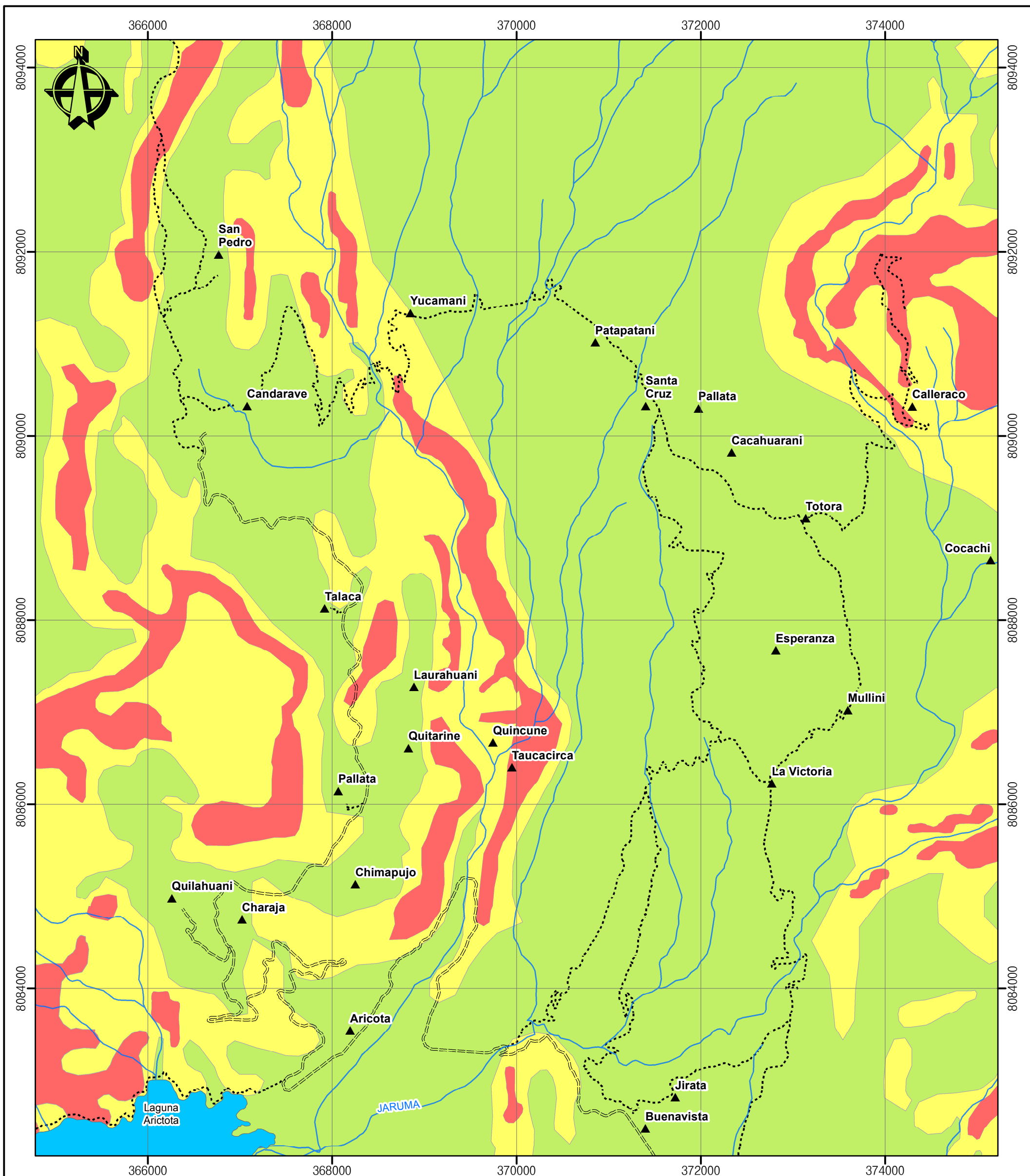
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA		LÁMINA N°:
RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA		
ELABORADO POR: Bach. BEEQUER ATENCIÓN ATENCIÓN	MAPA GEOLÓGICO REGIONAL	RG-02
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	



LEYENDA	
	Montaña
	Lomada
	Terraza Estructural
	Terraza Aluvial
	Valles
	Pendiente suave inferior a 15°
	Pendiente media entre 15° a 30°
	Pendiente fuerte superior a 30°

SIMBOLOGÍA			
	Curvas de nivel		Dirección de flujos lávicos.
	Pueblos		Drenaje
	Escarpa de derrumbre		Carretera Asfaltada
	Laguna Aricota		Trocha Carrozable

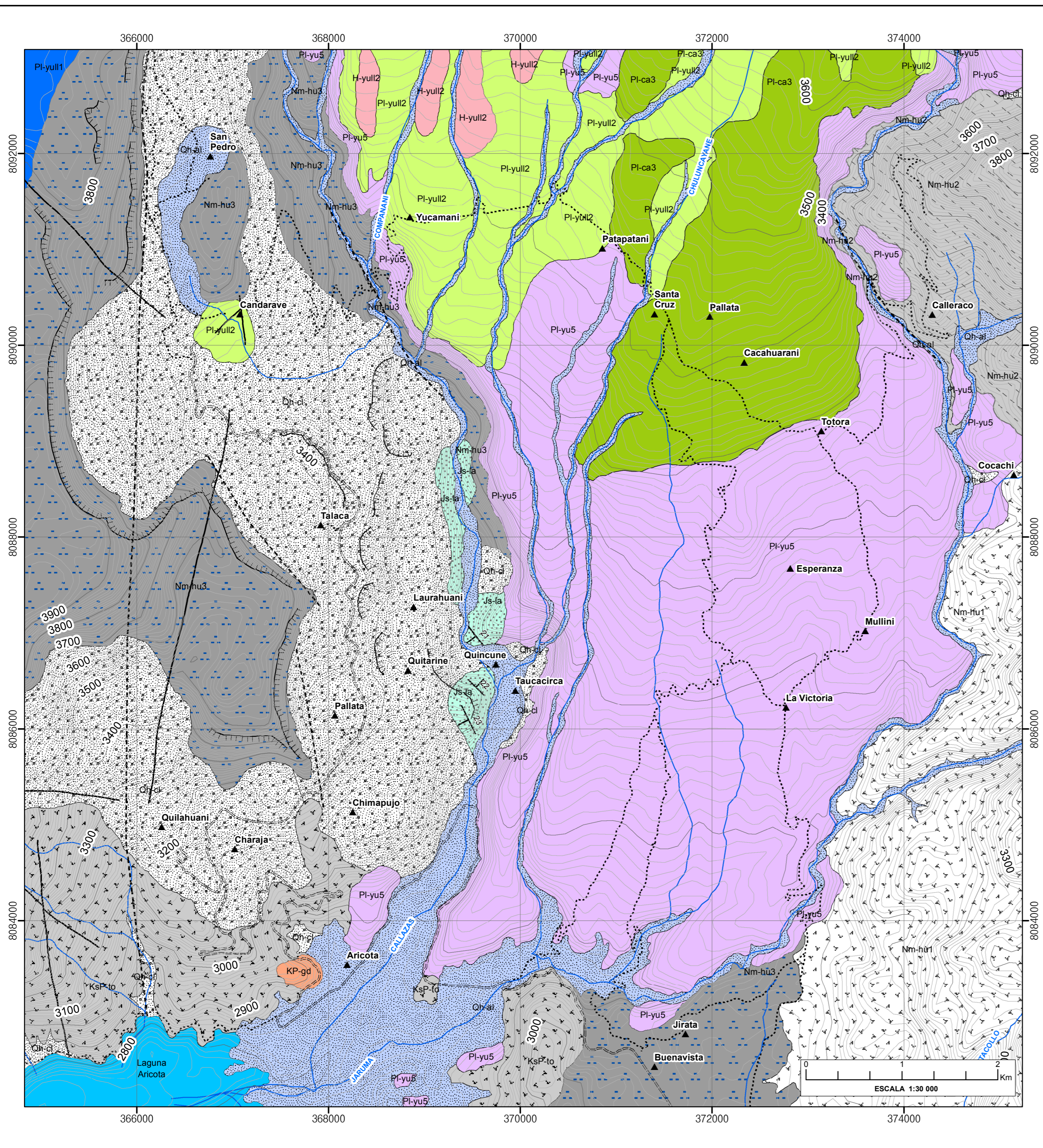
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL RG-03	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave



PENDIENTE [°]	
	0° - 15° BAJA
	> 15° - 30° MEDIA
	>30° - 60° ALTA

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Carretera Asfaltada
	Drenaje
	Trocha Carrozable
	Laguna Aricota
	Pueblos

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		RG-04	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE PENDIENTES		
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave		
DATUM: UTM WGS84 - 19K	ESCALA: Indicada		

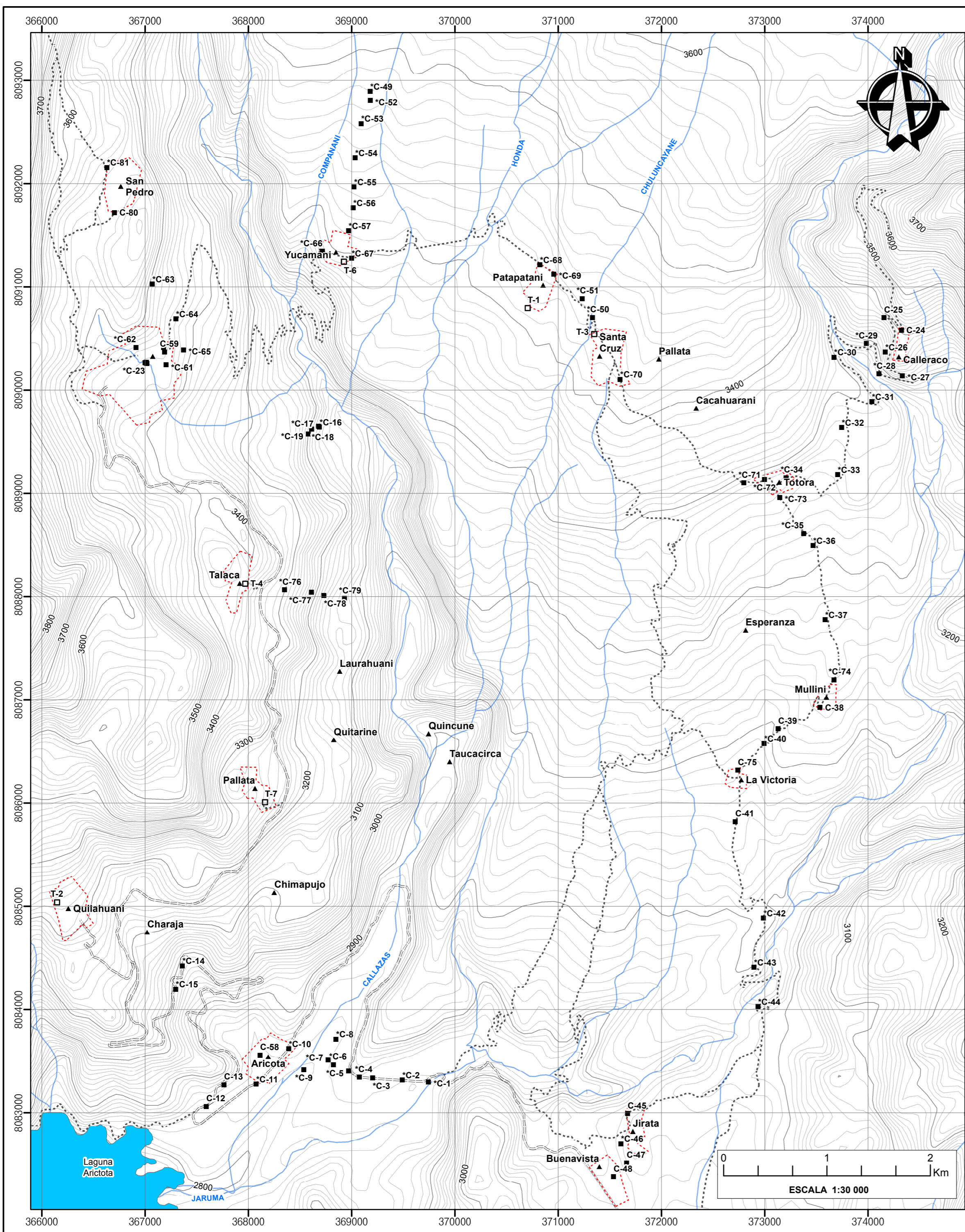


En primer plano el complejo volcánico y la geología de la zona de estudio.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	
			COMPLEJO VOLCÁNICO YUCAMANE	FORMACIONES Y/O DEPOSITOS
CUATERNARIO	HOLOCENO	III	<ul style="list-style-type: none"> H-yu13: Depósito volcánoclastico intercalado con algunos niveles de flujo de bloques y ceniza, suelto. H-yu12: Depósito de flujos de escoria, suelta, de composición andesítica básica. Alcanza un espesor de 12 m. PI-yu12: Depósitos de flujo piroclástico de bloques y ceniza, intercalado con lahares, poco consolidados. Su espesor promedio es de 50 m. PI-yu11: Depósito de blast de composición andesítica. PI-yu10: Flujos de lava andesítica del cono inferior. Su espesor total es 450 m. PI-ca3: Depósito de avalancha de escombros. 	<ul style="list-style-type: none"> Qh-cl: Depósito coluvial. Acumulaciones de bloques, gravas, arenas y limos en las laderas de los cerros y valles. Al: Depósito aluvial. Acumulaciones de arenas y limos depositados en terrazas recientes.
		I, II	<ul style="list-style-type: none"> PI-yu5: Depósito de flujos piroclásticos de pomez y ceniza dacítico, poco consolidado. 	
CENOZOICO	NEOGENO	YUCAMANE CIBICO CALIENTES		
		PIOCENO		FORMACIÓN HUAYLILLAS <ul style="list-style-type: none"> Nm-hu3: Ignimbritas consolidadas de color grises a gris violáceo, de composiciones dacíticas y riolíticas. Tienen un espesor promedio de 100 m. Nm-hu2: Ignimbritas dacíticas y riolíticas alteradas e hidrotermalizadas. Nm-hu1: Ignimbritas soldadas de color gris, de composiciones riolíticas. Tienen un espesor promedio de 100 m.
MESOZOICO	PALEOGENO	OLIGOCENO		FORMACIÓN TOQUEPALA <ul style="list-style-type: none"> KsP-to: Lavas andesíticas y depósitos de flujos piroclásticos alterados e hidrotermalizados.
		SUP.		FORMACIÓN LABRA <ul style="list-style-type: none"> Js-la: Areniscas cuarzosas blanquecitas dispuestas en capas centimétricas a métricas.
		INF.		
JURÁSICO				
ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS Y TECTÓNICAS			SIMBOLOGÍA	
<ul style="list-style-type: none"> Falla Cicatriz de colapso Falla probable y/o lineamientos 			<ul style="list-style-type: none"> Contacto litológico Escarpa de derrumbre Buzamiento 30° Pueblos Carretera Asfaltada Trocha Carrozable Curvas de nivel Rio y/o quebrada Laguna Aricota 	

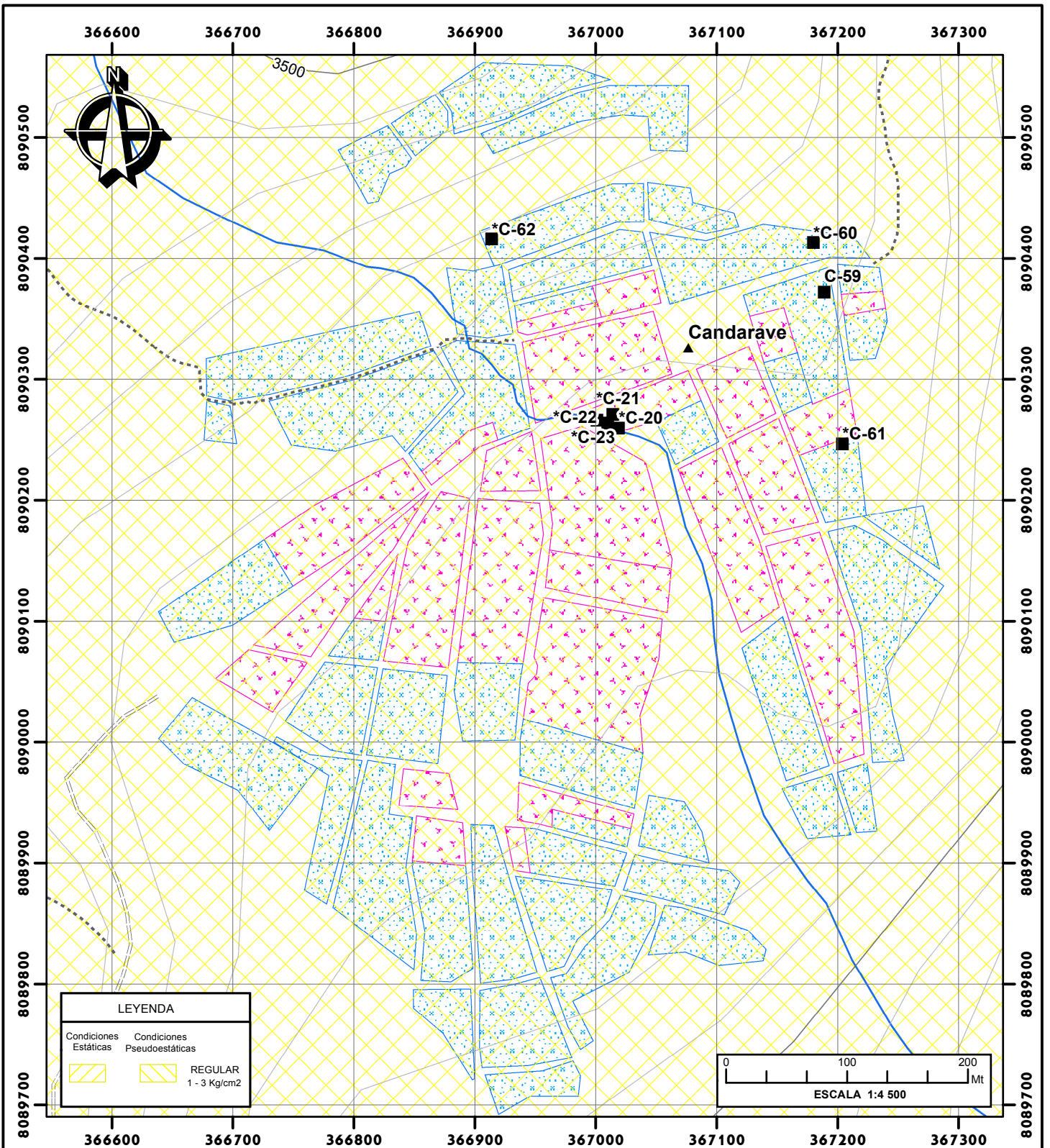
FUENTE: Vela, 2015.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		RG-05
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA GEOLÓGICO LOCAL	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	

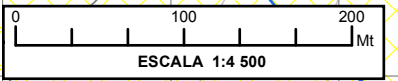


N°	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD		COHESIÓN		CONDICIONES ESTÁTICAS		CONDICIONES PSEUDOSTÁTICAS		
	ESTE	NORTE			SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F	IN SITU (gr/cm3)	(C)	ANG. FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)		ANG. FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	
															Vesic	Terzaghi		Vesic	Terzaghi
*C-1	369745	8083301	SP	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	30,14	68,41	1,45	1,60	0,00	29,00	0,83	1,22	27,00	0,69	1,02	
*C-2	369491	8083319	SP	2,00	N.P.	N.P.	N.P.	33,44	64,90	1,66	1,42	0,00	28,00	0,67	0,99	26,00	0,55	0,82	
*C-3	369205	8083340	SM	1,80	N.P.	N.P.	N.P.	19,46	61,81	1,72	1,47	0,00	28,50	0,73	1,07	26,50	0,60	0,89	
*C-4	369076	8083345	SM	1,50	32,92	30,27	2,65	0,00	54,13	45,87	1,36	0,00	27,00	0,58	0,86	25,00	0,48	0,72	
*C-5	368971	8083407	SM	1,70	27,30	25,39	1,91	24,31	38,62	37,07	1,72	0,00	31,00	1,08	1,61	29,00	0,89	1,32	
*C-6	368825	8083467	SM	1,80	N.P.	N.P.	N.P.	12,43	50,36	37,21	1,33	0,00	26,00	0,52	0,72	24,00	0,43	0,65	
*C-7	368774	8083513	GP	1,80	N.P.	N.P.	N.P.	46,51	47,25	6,24	1,75	0,00	31,40	1,15	1,70	29,40	0,94	1,39	
*C-8	368849	8083715	GP-GM	1,70	N.P.	N.P.	N.P.	47,26	45,35	7,39	1,75	0,00	32,00	1,22	1,81	30,00	1,00	1,48	
*C-9	368539	8083419	GM	1,70	N.P.	N.P.	N.P.	47,37	31,46	21,13	1,67	0,00	29,30	0,93	1,38	27,30	0,77	1,14	
*C-10	368392	8083622	SP-SM	1,70	N.P.	N.P.	N.P.	39,71	49,68	10,60	1,83	0,00	32,00	1,27	1,89	30,00	1,05	1,55	
*C-11	368076	8083729	GM	1,90	N.P.	N.P.	N.P.	47,11	38,42	14,47	1,79	0,00	31,00	1,13	1,67	27,00	0,96	1,37	
*C-12	367593	8083062	GP	1,70	N.P.	N.P.	N.P.	47,36	49,06	1,37	1,73	0,00	30,00	0,99	1,46	28,00	0,82	1,21	
*C-13	367765	8083272	SP	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	37,99	58,83	3,18	1,63	0,00	29,30	0,87	1,29	27,30	0,72	1,06	
*C-14	367361	8084425	SC-SM	1,90	28,00	22,07	5,93	24,04	49,33	26,63	1,59	0,00	27,80	0,74	1,09	25,80	0,61	0,91	
*C-15	367298	8084198	SM	1,90	23,00	20,15	2,85	36,11	41,17	16,89	1,96	0,00	35,80	4,30	3,48	33,80	3,26	2,67	
*C-16	366889	8089643	SM	2,00	N.P.	N.P.	N.P.	38,35	44,15	17,50	1,41	0,00	28,00	0,6645	0,98	26,00	0,55	0,82	
*C-17	366860	8089652	SM	2,00	N.P.	N.P.	N.P.	21,13	44,48	34,39	1,43	0,00	28,30	0,69	1,03	26,30	0,57	0,85	
*C-18	368613	8089624	SC	1,60	40,14	29,12	11,02	21,73	42,30	35,97	1,52	0,00	28,50	0,75	1,11	26,50	0,62	0,92	
*C-19	368581	8089577	SC	1,50	57,61	32,12	25,49	17,28	57,14	25,58	1,44	0,00	28,20	0,69	1,02	26,20	0,57	0,85	
*C-20	367019	8090260	SM	3,20	18,40	N.P.	N.P.	4,72	80,61	14,67	1,50	0,00	32,34	1,08	1,61	30,34	0,89	1,31	
*C-21	367014	8090271	SM	3,20	18,90	N.P.	N.P.	4,65	82,78	12,57	1,50	0,00	32,49	1,10	1,63	30,49	0,90	1,33	
*C-22	367010	8090264	SM	3,60	18,50	N.P.	N.P.	5,25	81,54	13,21	1,50	0,00	32,46	1,09	1,63	30,46	0,90	1,32	
*C-23	367001	8090266	GW	1,50	16,80	N.P.	N.P.	0,00	87,01	12,99	1,63	0,00	34,18	1,41	2,13	32,18	1,15	1,72	
C-24	374325	8095582	GP-GM	0,60	30,10	23,91	6,19	49,62	39,90	10,48	1,90	0,00	36,10	4,36	3,87	34,10	3,29	2,95	
*C-25	374156	8090703	SM-SC	0,60	28,70	22,93	6,27	49,99	59,72	15,92	1,68	0,00	37,20	5,32	4,64	35,20	3,99	3,52	
*C-26	374168	8090370	SM-SC	0,40	28,70	22,99	6,61	44,06	59,94	10,90	1,83	0,00	35,70	3,96	3,25	33,70	3,00	2,49	
*C-27	374335	8090142	SM	0,50	26,70	N.P.	N.P.	10,66	89,34	13,42	1,94	0,00	36,90	4,99	3,95	34,90	3,75	3,01	
*C-28	374107	8090159	SP-SM	1,00	23,20	N.P.	N.P.	13,78	86,22	11,91	1,92	0,00	36,40	4,59	3,91	34,40	3,46	2,98	
*C-29	373986	8090452	SP-SM	0,50	33,00	N.P.	N.P.	19,20	80,80	11,06	1,89	0,00	35,90	4,21	3,36	33,90	3,18	2,57	
*C-30	373672	8090320	SM	0,35	27,10	N.P.	N.P.	13,04	86,96	14,23	1,52	0,00	26,50	0,62	0,92	24,50	0,51	0,75	
*C-31	374039	8089891	SM	0,30	24,30	N.P.	N.P.	12,70	87,30	22,62	1,47	0,00	26,20	0,58	0,87	24,20	0,48	0,73	
*C-32	373746	8089639	SM	0,25	23,00	N.P.	N.P.	22,54	77,46	15,88	1,40	0,00	28,49	0,69	1,02	26,49	0,57	0,85	
*C-33	373708	8089182	SM	1,20	23,50	N.P.	N.P.	13,27	86,73	12,66	1,51	0,00	27,00	0,65	0,96	25,00	0,54	0,80	
*C-34	373208	8089152	SW-SM	1,00	25,30	N.P.	N.P.	13,74	78,17	8,09	1,61	0,00	28,60	0,80	1,19	26,60	0,66	0,99	
*C-35	373378	8088613	SW-SM	1,00	24,70	N.P.	N.P.	17,96	82,04	9,92	1,65	0,00	29,10	0,86	1,28	27,10	0,71	1,06	
*C-36	373470	8088495	SM	1,00	29,20	N.P.	N.P.	17,24	82,76	14,39	1,69	0,00	26,00	0,66	0,98	24,00	0,55	0,83	
*C-37	373586	8087777	SM	1,10	25,10	N.P.	N.P.	16,24	83,76	13,84	1,70	0,00	32,00	1,18	1,76	30,00	0,97	1,44	
*C-38	373536	8089206	SM	0,60	29,70	N.P.	N.P.	24,36	59,72	15,92	1,68	0,00	32,00	1,17	1,74	30,00	0,96	1,42	
*C-39	373131	8086721	SM	0,60	24,00	N.P.	N.P.	19,55	80,45	15,11	1,75	0,00	33,60	4,13	2,15	31,60	1,17	1,74	
*C-40	372994	8086577	SM	0,70	25,40	N.P.	N.P.	19,83	80,17	13,96	1,75	0,00	32,50	1,28	1,91	30,50	1,05	1,55	
*C-41	372715	8085822	SM	1,50	21,00	N.P.	N.P.	18,08	81,92	15,67	1,68	0,00	32,70	1,25	1,87	30,70	1,13	1,69	
*C-42	372988	8084887	SM	0,90	23,60	N.P.	N.P.	25,65	74,35	14,99	1,60	0,00	32,00	1,11	1,66	30,00	0,94	1,35	
*C-43	372897	8084411	SM	1,10	25,20	N.P.	N.P.	34,01	65,99	15,06	1,76	0,00	32,40	1,27	1,90	30,40	1,05	1,55	
*C-44	372937	8084028	SM	1,00	25,80	N.P.	N.P.	31,14	68,86	17,75	1,80	0,00	33,40	1,44	2,16	31,40	1,18	1,75	
C-45	371673	8082993	SM	1,00	N.P.	N.P.	N.P.	14,24	68,01	17,75	1,86	0,00	32,50	2,59	2,23	30,50	1,99	1,73	
*C-46	371609	8082701	SW-SM	0,20	29,50	N.P.	N.P.	16,28	68,76	14,96	1,90	0,00	33,00	2,83	2,59	31,00	2,17	2,00	
*C-47	371663	8082514	SM	0,50	24,50	N.P.	N.P.	9,34	70,96	19,70	1,67	0,00	32,40	1,21	1,80	30,40	0,99	1,47	
C-48	371537	8082381	SM	0,60	N.P.	N.P.	N.P.	6,67	64,27	29,06	1,70	0,00	33,80	1,42	2,13	31,80	1,16	1,72	
*C-49	369181	8092895	SM	2,00	19,80	N.P.	N.P.	7,23	71,29	21,48	1,70	0,00	32,37	1,23	1,83	30,37	1,01	1,49	
*C-50	371333	8090706	SM	1,00	20,40	N.P.	N.P.	28,20	59,00	12,80	1,85	0,00	33,00	2,82	2,57	31,00	2,16	1,99	
*C-51	371233	8090888	SM	1,00	21,60	N.P.	N.P.	18,10	60,70	21,20	1,90	0,00	33,60	3,09	2,60	31,60	2,36	2,01	
*C-52	369182	8092807	SC	1,50	42,51	24,74	17,77	32,10	34,48	33,42	1,85	0,00	25,00	2,53	2,21	23,00	0,78	0,75	
*C-53	369093	8092584	SC	1,50	30,34	19,21	11,13	48,63	34,32	17,05	1,56	0,00	26,00	0,61	0,91	24,00	0,50	0,71	
*C-54	369036	8092251	GC	1,50	42,13	25,40	16,74	57,37	27,30	15,33	1,50	0,00	27,00	0,64	0,95	25,00	0,53	0,80	
*C-55	369024	8091971	SC	1,50	42,51	24,74	17,77	32,10	34,20	33,70	1,65	0,00	25,80	0,63	0,94	23,80	0,52	0,79	
*C-56	369017	8091768	SC	1,50	35,25	22,92	12,33	35,06	35,14	29,80	1,60	0,00	25,45	0,54	0,81	23,45	0,49	0,75	
*C-57	368971	8091546	SC	1,50	31,07	18,80	12,25	37,90	42,86	19,24	1,60	0,00	26,00	0,62	0,93	24,00	0,52	0,78	
C-58	368115	8083559	SM	0,80	27,60	26,04	1,56	4,29	75,02	20,69	1,65	0,00	30,00	0,91	1,35	28,00	0,75	1,12	
C-59	367189	8090372	SP-SM	1,20	27,60	25,16	2,44	8,85	81,20	9,95	1,70	0,00	29,50	0,93	1,37	27,50	0,76	1,13	
*C-60	367180	8090413	SM	3,10	22,85	21,11	1,74	---	---	---	1,62	0,00	33,30	1,28	1,92	31,30	0,93	1,41	
*C-61	367204	8090247	SM	1,80	18,00	15,72	2,28	---	---	---	1,72	0,00	34,00	1,46	2,20	32,00	1,20	1,78	
*C-62	366914	8090416	SM	1,10	20,50	N.P.	N.P.	---	---	---	1,66	0,00	32,70	1,24	1,85	30,70	1,02	1,50	
*C-63	367070	8091028	SM	1,70	19,65	N.P.	N.P.	---	---	---	1,73	0,00	34,20	1,50	2,27	32,20	1,23	1,83	
*C-64	367299	8090690	SC	1,60	25,40	17,68	7,72	---	---	---	1,50	0,00	31,70	1,01	1,51	29,70	0,83	1,23	
*C-65	367374	8090392	SP-SM	1,50	15,00	N.P.	N.P.	---	---	---	1,83	0,00	35,10	3,64	3,25	33,10	2,76	2,49	
*C-66	368719	8091347	SP-SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	34,70	58,20	7,10	1,78	0,00	31,40	1,17	1,73	29,40	0,96	1,42	
*C-67	369001	8091279																	

**MAPAS DE
CAPACIDAD PORTANTE**



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
REGULAR	
1 - 3 Kg/cm ²	



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE CANDARAVE

N°	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF. (m)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm ³)	COHESIÓN (Kg/cm ²)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICOS			
	ESTE	NORTE			SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A			% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)	
CALICATAS																		
*C-20	367019	8090260	SM	3,20	18,40	N.P.	N.P.	4,72	80,61	14,67	1,50	0,00	32,34	1,08	1,61	30,34	0,89	1,31
*C-21	367014	8090271	SM	3,20	18,90	N.P.	N.P.	4,65	82,78	12,57	1,50	0,00	32,49	1,10	1,63	30,49	0,90	1,33
*C-22	367010	8090264	SM	3,60	18,50	N.P.	N.P.	5,25	81,54	13,21	1,50	0,00	32,46	1,09	1,63	30,46	0,90	1,33
*C-23	367001	8090266	GW	1,50	16,80	N.P.	N.P.	0,00	87,01	12,99	1,63	0,00	34,18	1,41	2,13	32,18	1,15	1,72
C-59	367189	8090372	SP-SM	1,20	27,60	25,16	2,44	8,85	81,20	9,95	1,70	0,00	29,50	0,93	1,37	27,50	0,76	1,13
*C-60	367180	8090413	SM	3,10	22,85	21,11	1,74	---	---	---	1,62	0,00	33,30	1,28	1,92	31,30	0,93	1,41
*C-61	367204	8090247	SM	1,80	18,00	15,72	2,28	---	---	---	1,72	0,00	34,00	1,46	2,20	32,00	1,20	1,78
*C-62	366914	8090416	SM	1,10	20,50	NP	N.P.	---	---	---	1,66	0,00	32,70	1,24	1,85	30,70	1,02	1,50

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Drenaje
	Trocha Carrozable
	Pueblos
	Calicata
	Viv. Adobe
	Carretera Asfaltada
	Viv. Material Noble

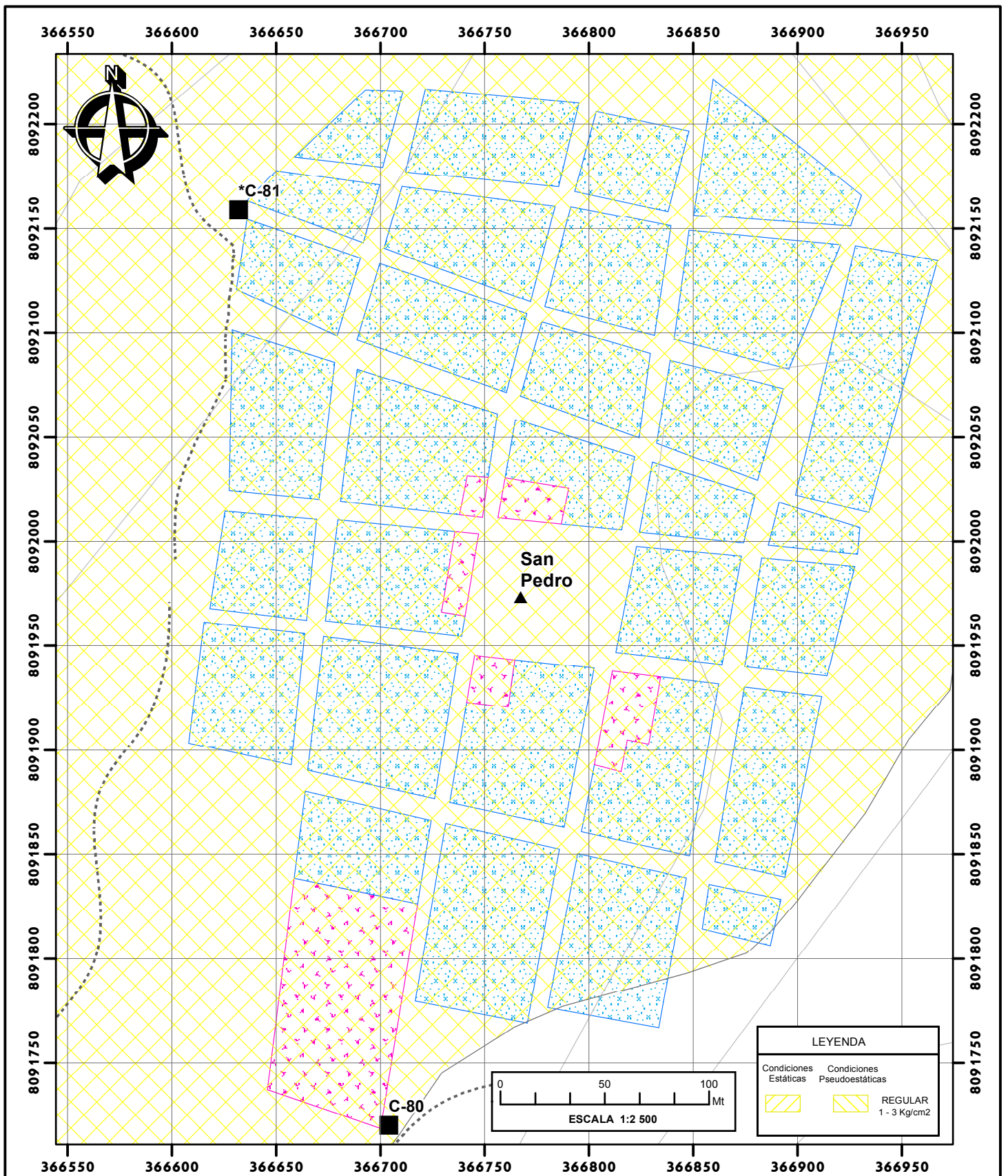
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"

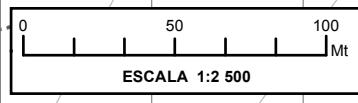
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE CANDARAVE
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:

RG-7.1



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	REGULAR 1 - 3 Kg/cm2



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO

CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF. (m)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (C) (Kg/cm2)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	ESTE	NORTE			SUCS	LL.	L.P.	I.P.	% G	% A			% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	Vesic	Terzaghi	ÁNGULO FRICCIÓN (°)
C-80	366704	8091720	SP-SM	1,20	N.P.	N.P.	N.P.	33,66	57,82	8,52	1,65	0,00	32,00	1,15	1,71	30,00	0,94	1,39
*C-81	366632	8092159	SP-SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	27,78	60,92	11,30	1,73	0,00	32,00	1,20	1,79	30,00	0,99	1,46

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Calicata
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble
	Pueblos
	Trocha Carrozzable

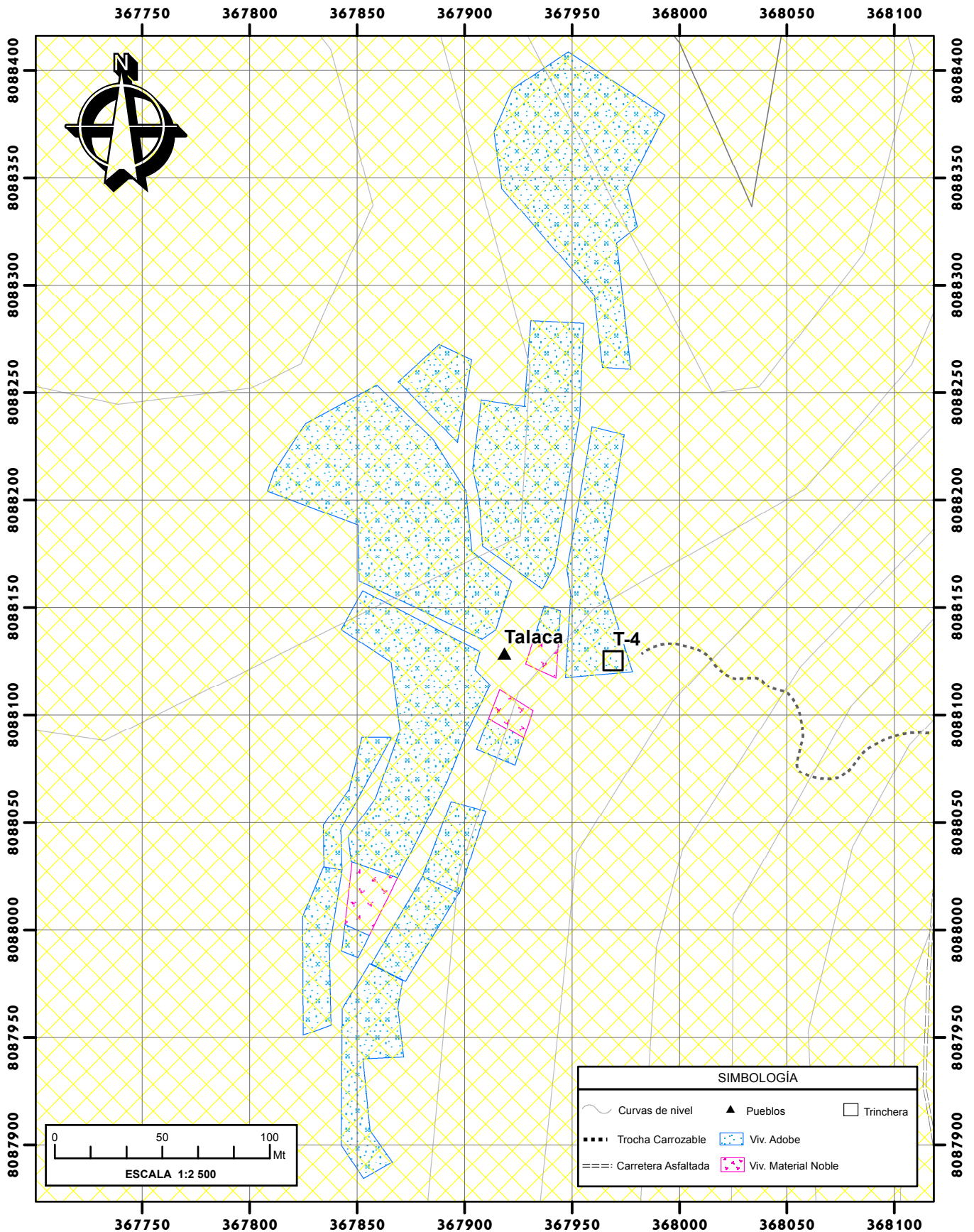
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"

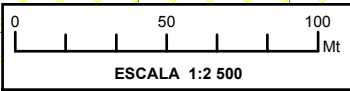
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SAN PEDRO
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada
Región: Tacna Provincia: Candarave	

LÁMINA N°:

RG-8.1



SIMBOLOGÍA			
	Curvas de nivel		Pueblos
	Trocha Carrozable		Viv. Adobe
	Carretera Asfaltada		Viv. Material Noble
	Trinchera		



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE TALACA

CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF. (m)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (C) (Kg/cm2)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	ESTE	NORTE			L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F			ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)		
N° T-4	367985	8088127	SP-SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	23,94	66,29	9,77	1,70	0,00	30,00	0,95	1,44	28,00	0,80	1,18

LEYENDA	
	CONDICIONES ESTÁTICAS
	CONDICIONES PSEUDOESTÁTICAS
	REGULAR 1 - 3 Kg/cm2

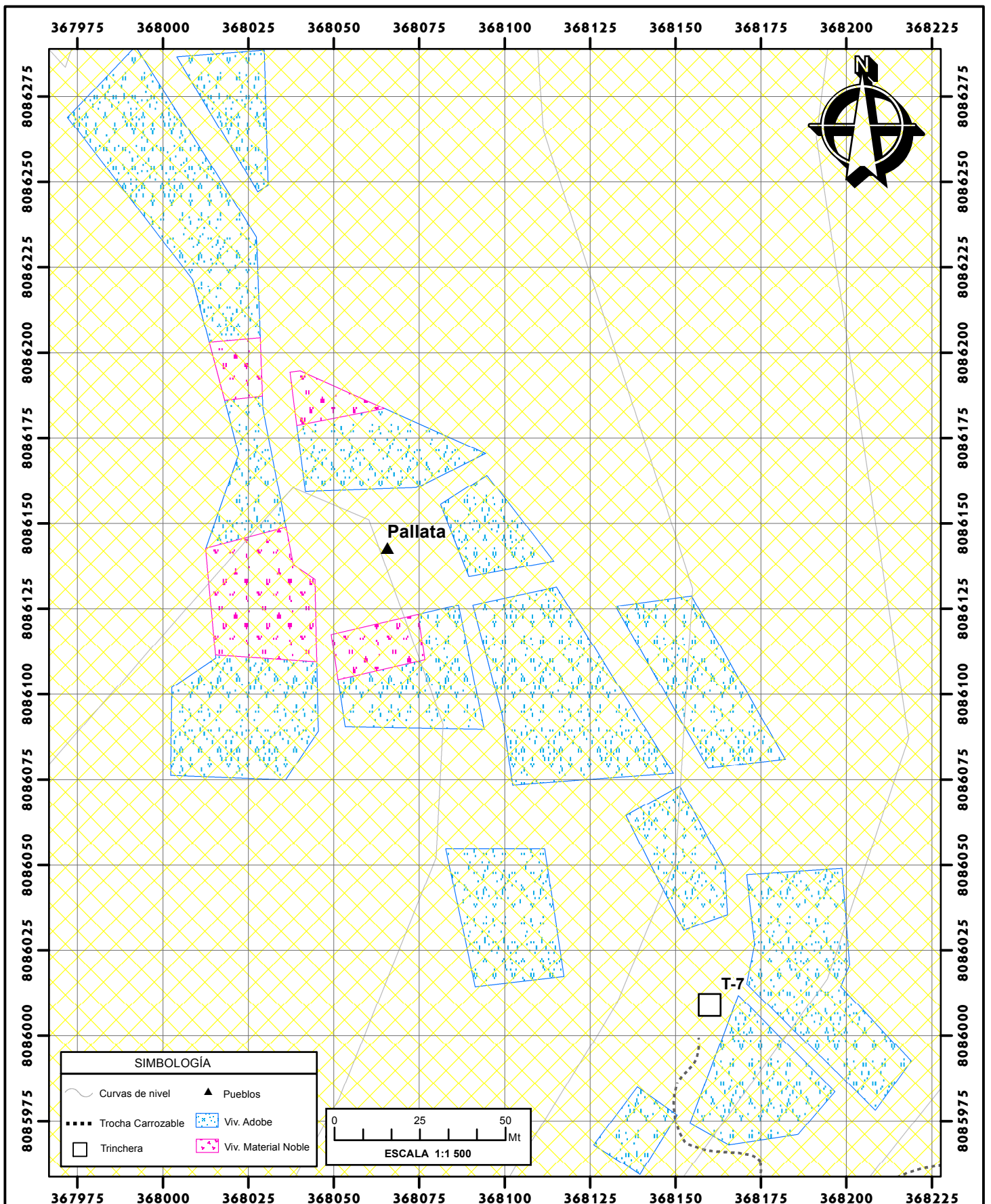
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"

ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TALACA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada
Región: Tacna Provincia: Candarave	

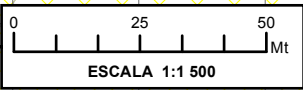
LÁMINA N°:

RG-9.1



SIMBOLOGÍA

- Curvas de nivel
- ▲ Pueblos
- Trocha Carrozable
- Trinchera
- Viv. Adobe
- Viv. Material Noble



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE PALLATA

CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU	COHESIÓN (C)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
													ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE	ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE		
N°	ESTE	NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F	(gr/cm3)	(Kg/cm2)	(°)	Vesic	Terzaghi	(°)	Vesic	Terzaghi
T-7	368160	8086009	GW	1,20	N.P.	N.P.	N.P.	70,30	26,89	2,58	1,70	0,00	32,00	1,18	1,76	30,00	0,97	1,44

LEYENDA

Condiciones Estáticas Condiciones Pseudoestáticas

REGULAR 1 - 3 Kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"

ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO

ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

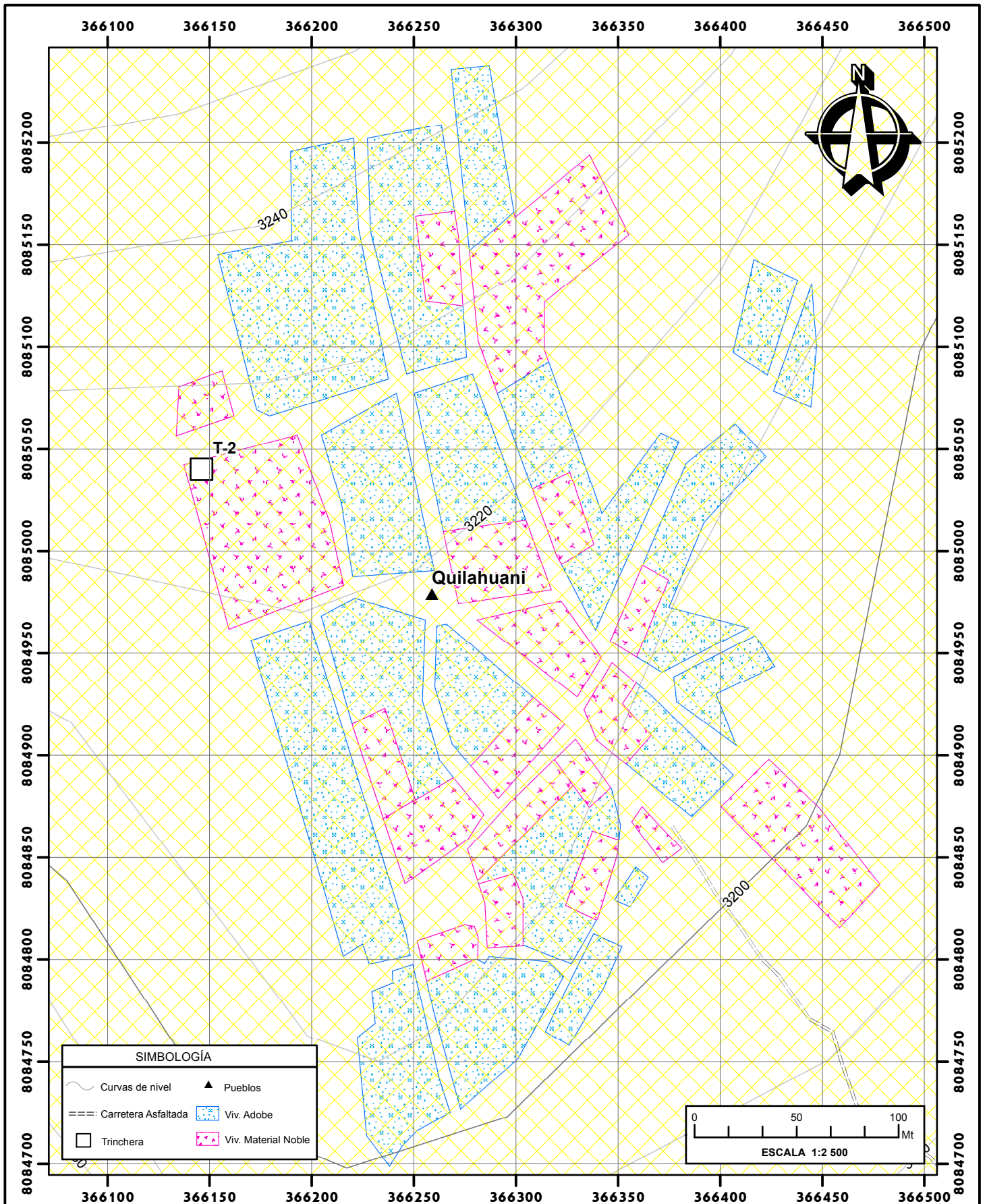
DATUM: UTM WGS84 - 19 K ESCALA: Indicada

MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PALLATA

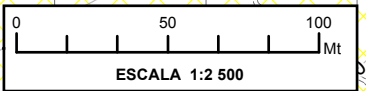
Región: Tacna Provincia: Candarave

LÁMINA N°:

RG-10.1



SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Carretera Asfaltada
	Trinchera
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE QUILAHUANI																		
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (C) (Kg/cm2)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	N°	ESTE			NORTE	SUCS	LL.	LP.	IP.	% G			% A	% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)
T-2	366146	8085040	GW	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	69,39	28,09	2,52	1,80	0,00	32,00	1,25	1,86	30,00	1,03	1,52

LEYENDA	
	Condiciones Estáticas
	Condiciones Pseudoestáticas
	REGULAR 1 - 3 Kg/cm2

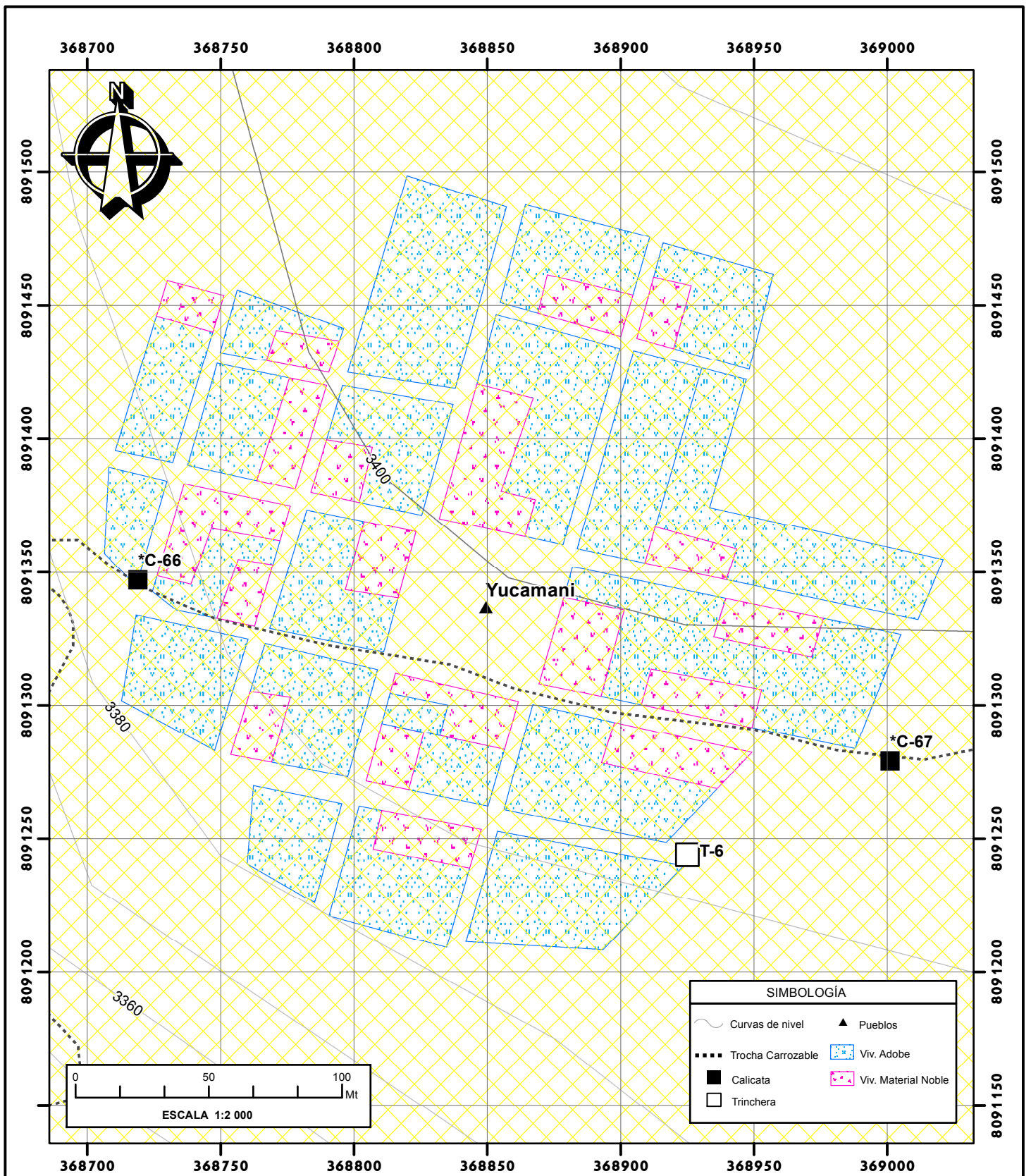
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"

ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE QUILAHUANI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM : UTM WGS84 - 19 K	ESCALA : Indicada
Región: Tacna Provincia: Candarave	

LÁMINA N°:

RG-11.1



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE YUCAMANI

CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (Kg/cm2)	ESTÁTICO			PSEUDOESTÁTICO		
	N°	ESTE			NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.			% G	% A	% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	
*C-66	368719	8091347	SP-SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	34,70	58,20	7,10	1,78	0,00	31,40	1,17	1,73	29,40	0,96	1,42
*C-67	369001	8091279	SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	44,08	37,93	17,98	1,75	0,00	31,20	1,12	1,67	29,20	0,93	1,37
T-6	368925	8091244	GP	1,30	N.P.	N.P.	N.P.	56,83	38,60	4,57	1,80	0,00	33,80	1,50	2,26	31,80	1,23	1,83

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	REGULAR 1 - 3 Kg/cm2

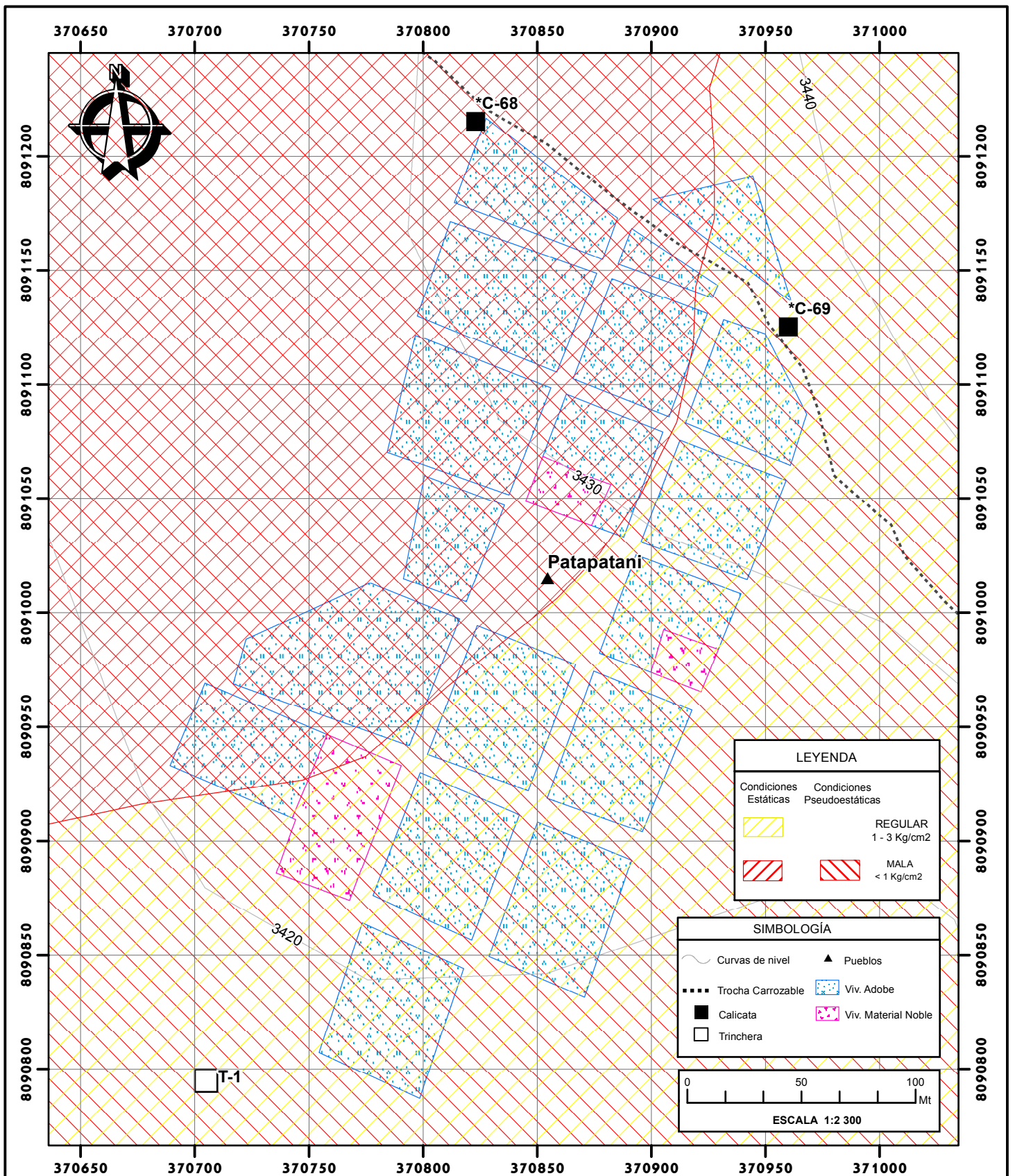
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"

ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE YUCAMANI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada
Región: Tacna Provincia: Candarave	

LÁMINA N°:

RG-12.1

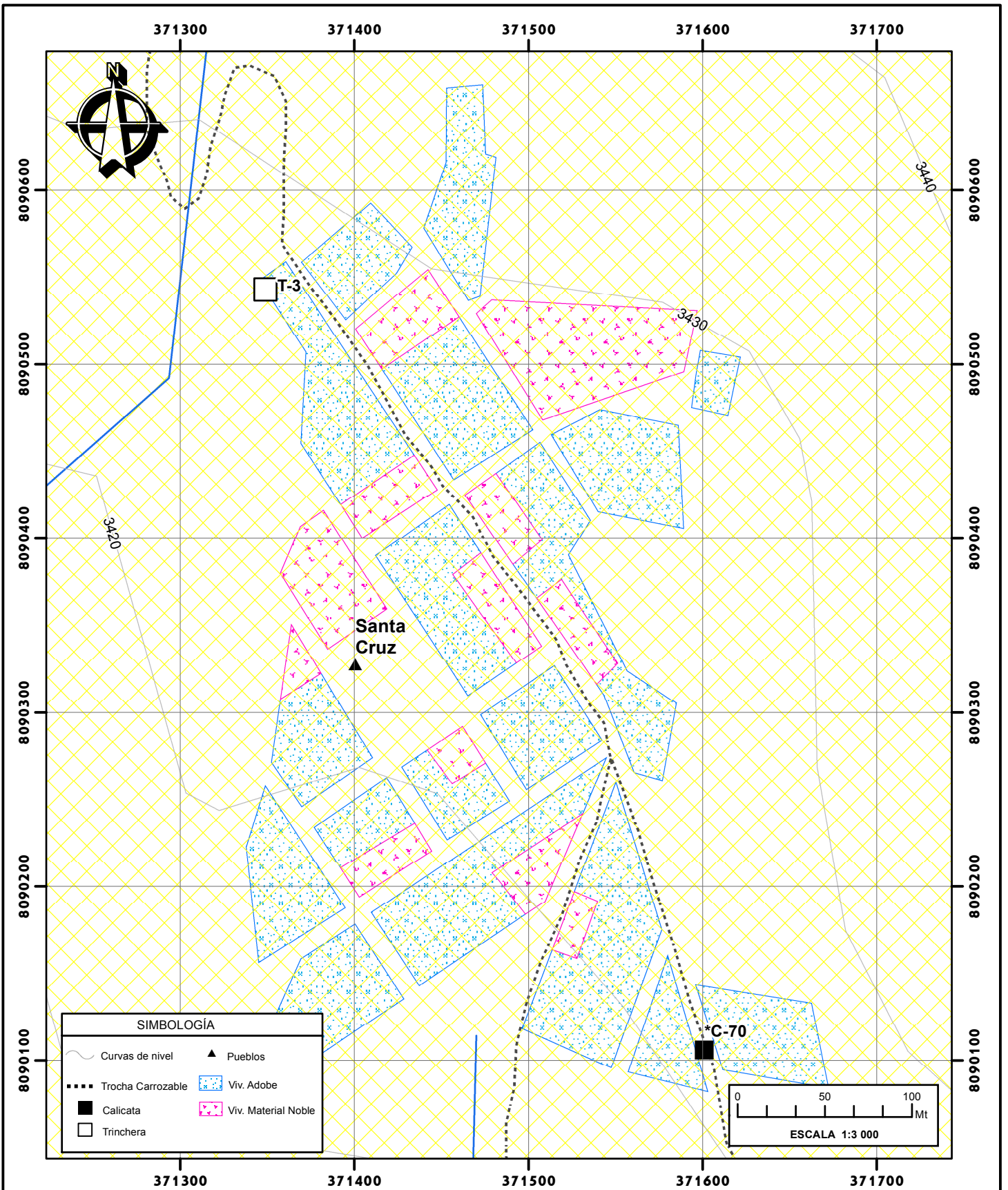


CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE PATAPATANI

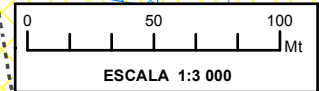
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU	COHESIÓN (C)	ESTÁTICO			PSEUDOESTÁTICO		
													ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)		ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	
N°	ESTE	NORTE	SUCS	(m)	LL.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F	(gr/cm3)	(kg/cm2)	(°)	Vesic	Terzaghi	(°)	Vesic	Terzaghi
*C-68	370823	8091215	SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	22,66	61,08	16,26	1,60	0,00	26,80	0,67	0,98	24,80	0,56	0,84
*C-69	370960	8091125	SP-SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	44,99	43,92	11,09	1,67	0,00	27,00	0,72	1,06	25,00	0,59	0,89
T-1	370705	8090795	SP	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	21,53	76,76	1,71	1,65	0,00	27,20	0,72	1,07	25,20	0,60	0,89

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO		RG-13.1
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave



SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble
	Trinchera



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE SANTA CRUZ																		
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF. (m)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (Kg/cm2)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	ESTE	NORTE			SUCS	LL.	LP.	I.P.	% G	% A			% F	ÁNGULO FRICCIÓN (*)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)		ÁNGULO FRICCIÓN (*)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)
*C-70	371601	8090106	SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	37,88	48,57	13,55	1,80	0,00	32,90	Vesic 1,37	Terzaghi 2,05	30,90	Vesic 1,12	Terzaghi 1,66
T-3	371349	8090543	SM	1,20	N.P.	N.P.	N.P.	4,07	83,67	12,26	1,85	0,00	33,10	2,87	2,59	31,10	2,20	2,00

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

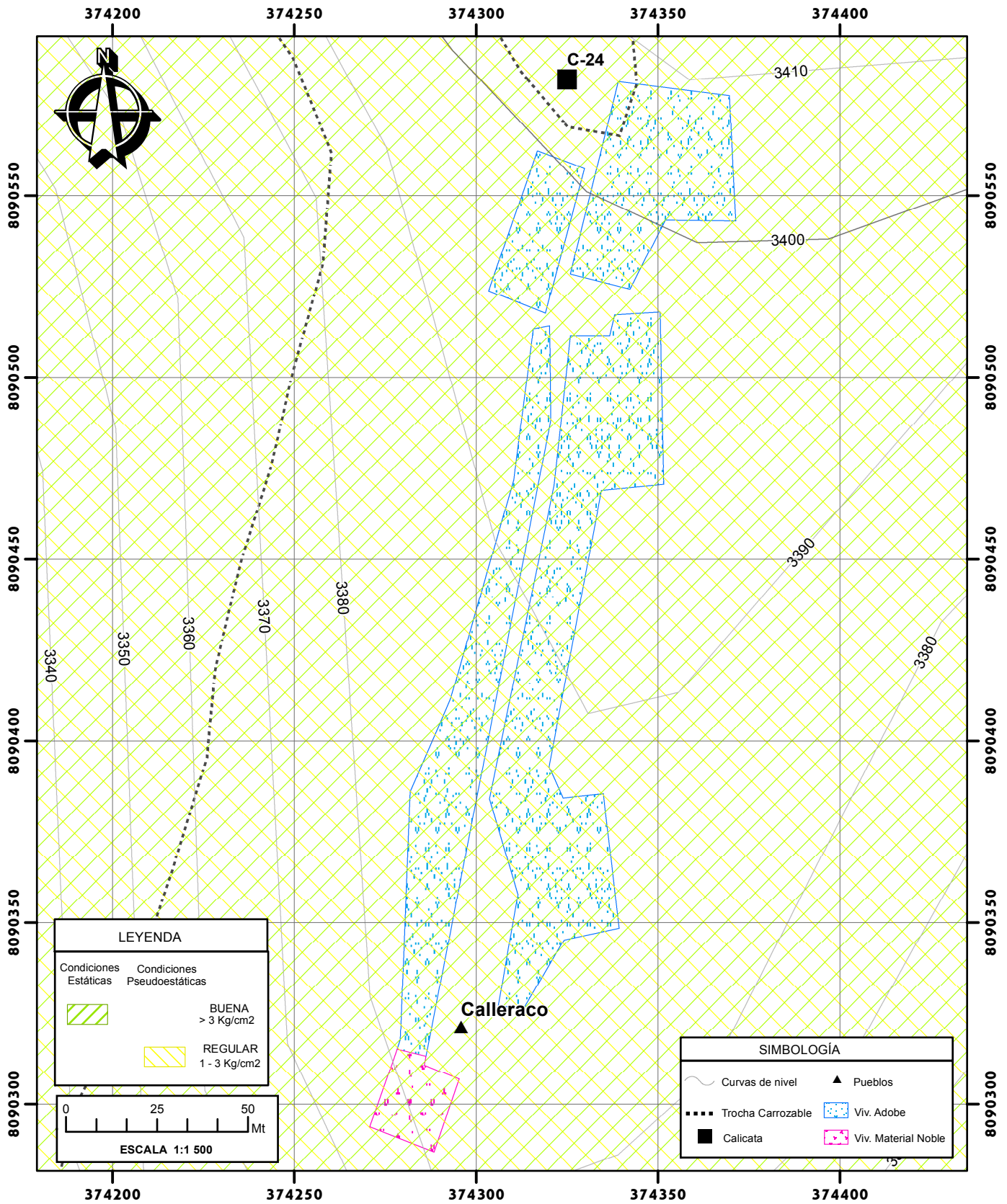
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
REGULAR 1 - 3 Kg/cm2	

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA

ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SANTA CRUZ
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada
Región: Tacna Provincia: Candarave	

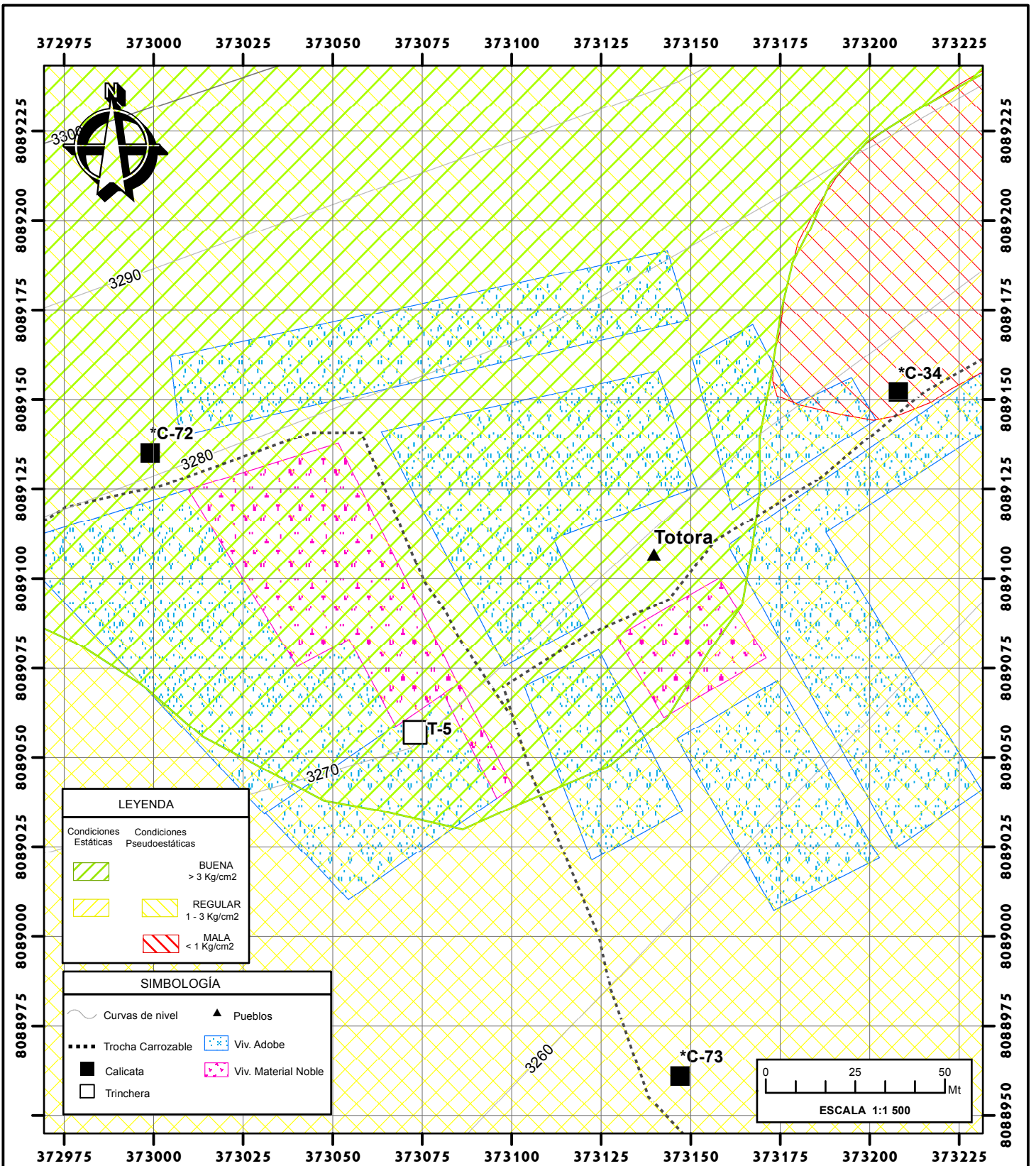
LÁMINA N°:
RG-14.1



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE CALLERACO																		
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF. (m)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm ³)	COHESIÓN (Kg/cm ²)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	N°	ESTE			NORTE	SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	% G			% A	% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)
C-24	374325	8090582	GP-GM	0,60	30,10	23,91	6,19	49,62	39,90	10,48	1,90	0,00	36,10	4,36	3,87	34,10	3,29	2,95

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO		RG-15.1
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave



LEYENDA

Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	BUENA > 3 Kg/cm2
	REGULAR 1 - 3 Kg/cm2
	MALA < 1 Kg/cm2

SIMBOLOGÍA

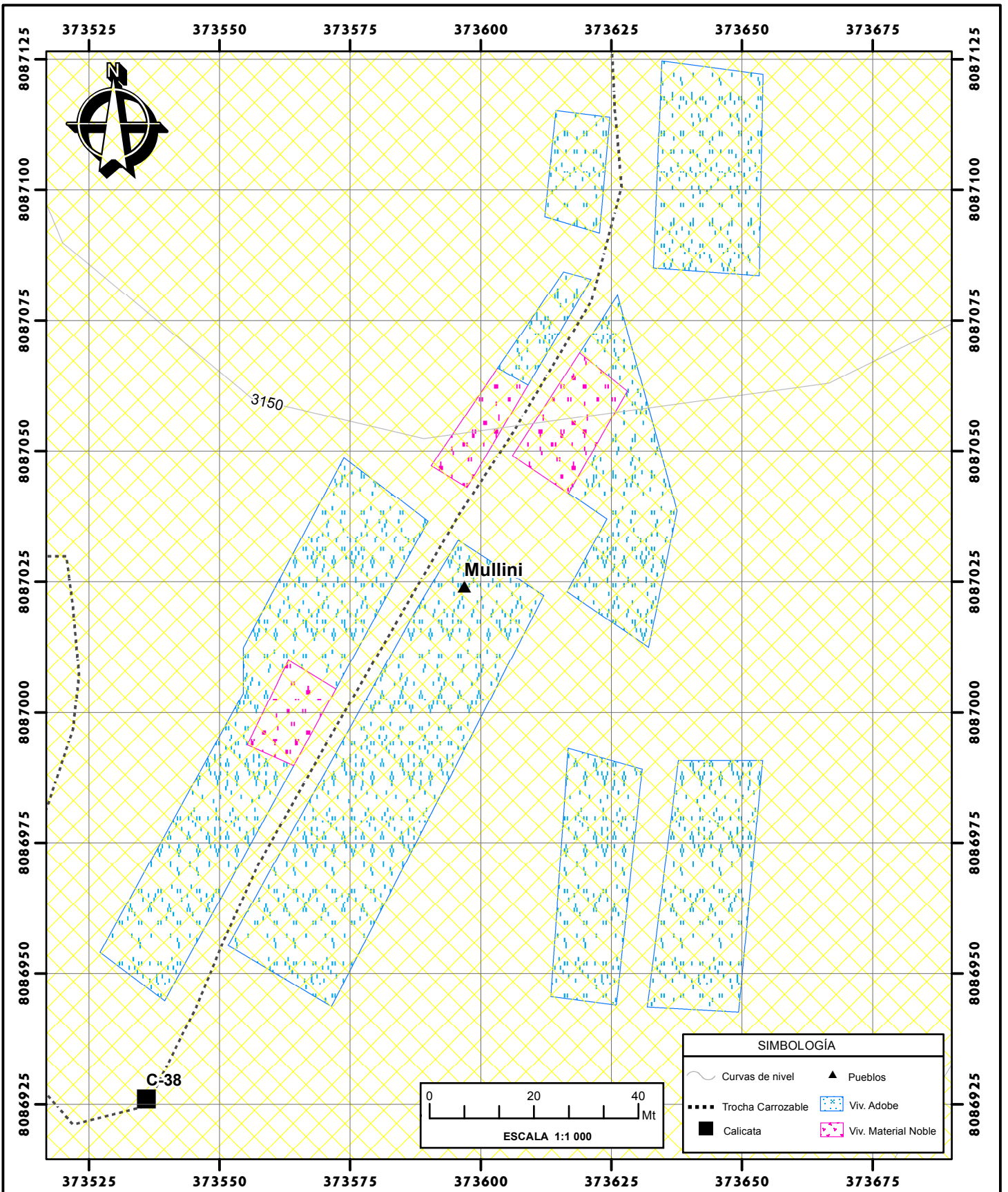
	Curvas de nivel		Pueblos
	Trocha Carrozable		Viv. Adobe
	Calicata		Viv. Material Noble
	Trinchera		

CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE TOTORA

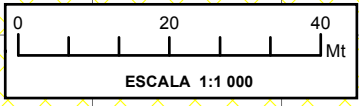
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF. (m)	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (C) (Kg/cm2)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	ESTE	NORTE			SUCS	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A			% F	ÁNGULO FRICCIÓN (*)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	ÁNGULO FRICCIÓN (*)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	
*C-34	373208	8089152	SW-SM	1,00	25,30	N.P.	N.P.	13,74	78,17	8,09	1,61	0,00	28,60	0,80	1,19	26,60	0,66	0,99
*C-72	372999	8089135	SP-SM	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	18,15	71,90	9,94	1,85	0,00	36,50	4,49	3,77	34,50	3,39	2,88
*C-73	373147	8088961	SP	1,50	N.P.	N.P.	N.P.	19,24	77,45	3,31	1,82	0,00	31,00	2,08	1,92	29,00	1,61	1,49
T-5	373073	8089057	SP	1,20	N.P.	N.P.	N.P.	7,85	88,92	3,23	1,90	0,00	36,00	4,29	3,87	34,00	3,24	2,95

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	RG-16.1	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave



SIMBOLOGÍA					
	Curvas de nivel		Pueblos		Viv. Adobe
	Trocha Carrozable		Viv. Material Noble		
	Calicata				

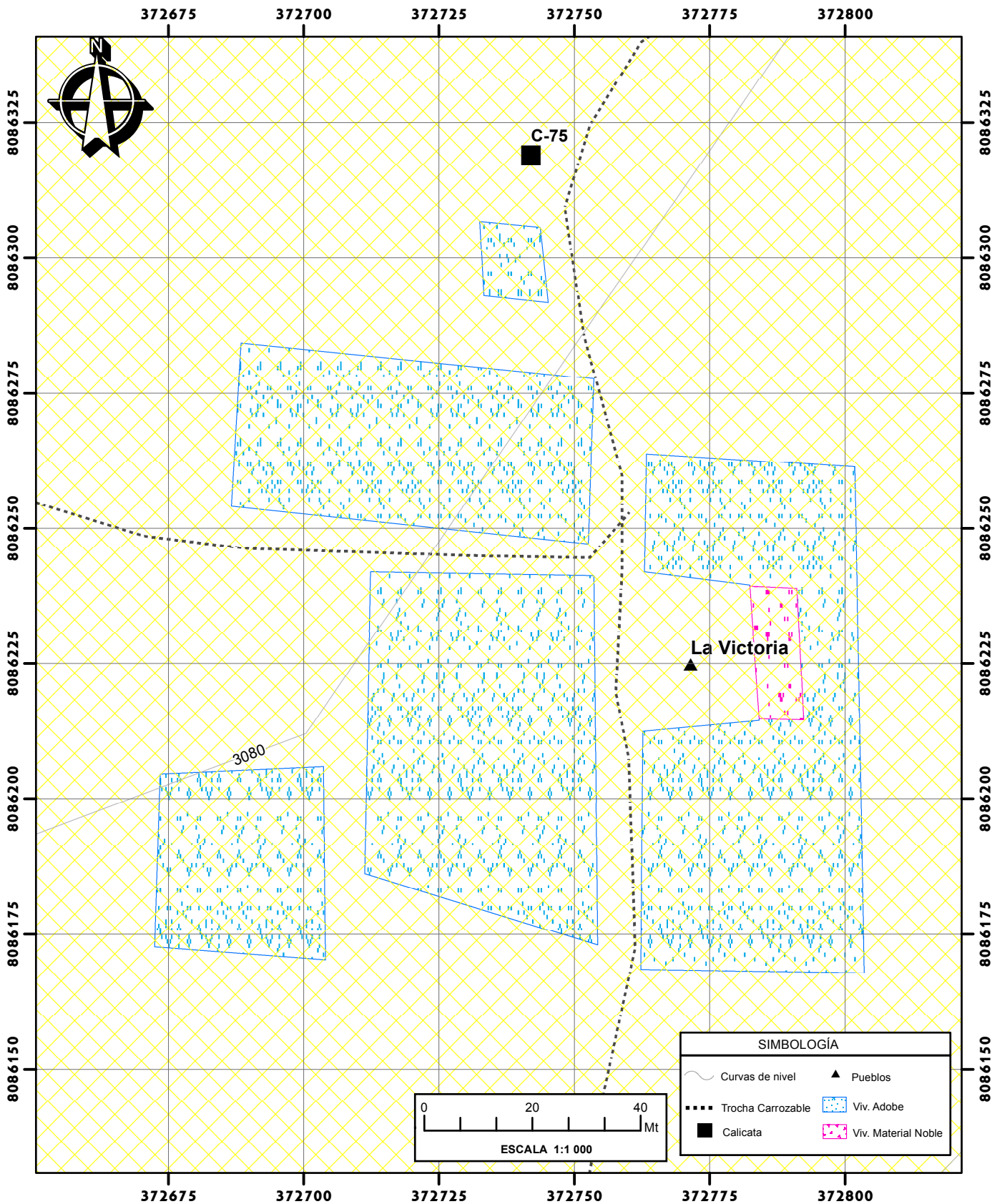


CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE MULLINI																		
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm3)	COHESIÓN (C) (Kg/cm2)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	N°	ESTE			NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.			% G	% A	% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	Vesic
C-38	373536	8086926	SM	0,60	N.P.	N.P.	N.P.	24,36	59,72	15,92	1,68	0,00	32,00	1,17	1,74	30,00	0,96	1,42

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
REGULAR	
1 - 3 Kg/cm2	

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE MULLINI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-17.1



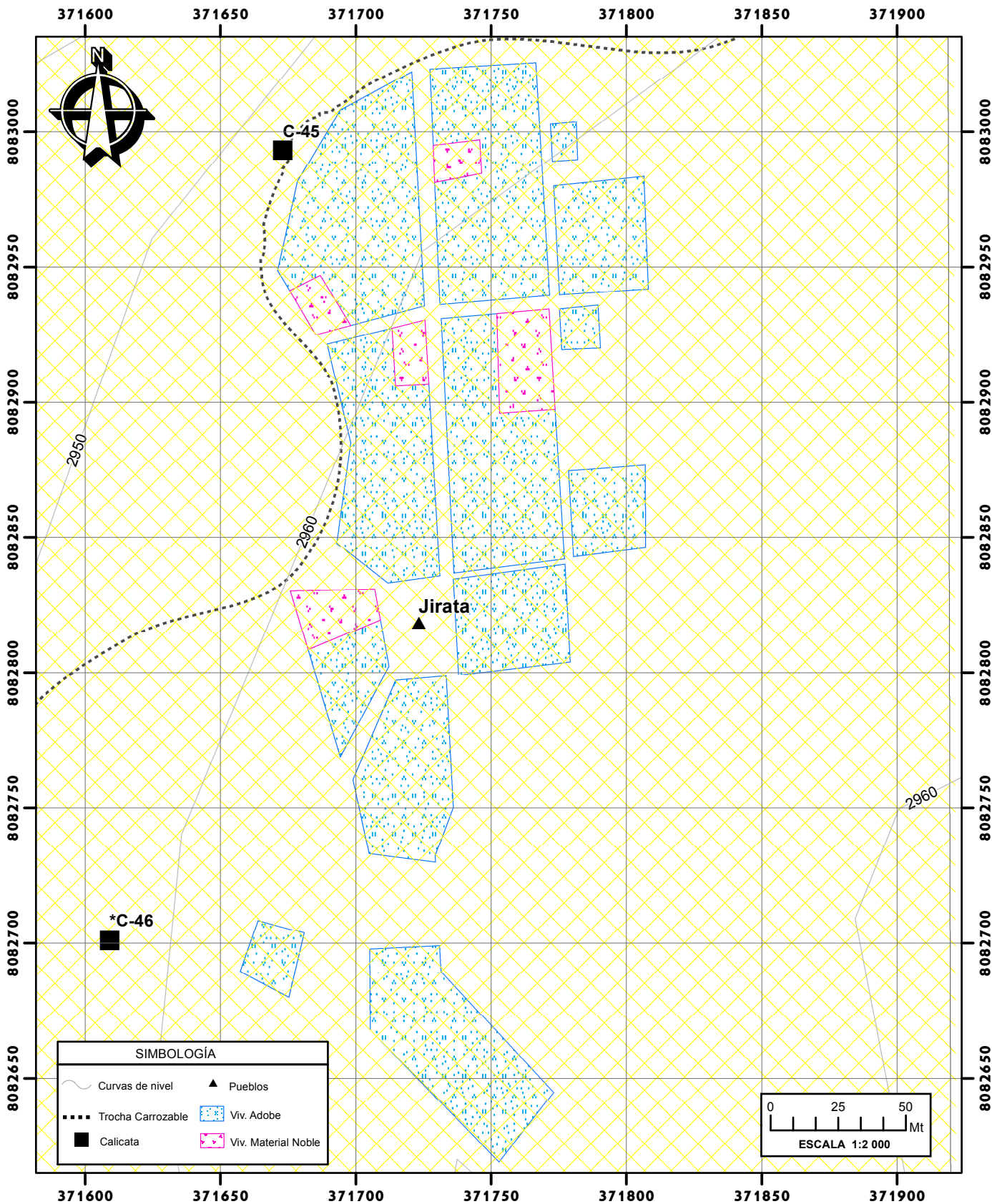
CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA

CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU	COHESIÓN (C)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
													ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)	ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm2)		
N°	ESTE	NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F	(gr/cm3)	(Kg/cm2)	(°)	Vesic	Terzaghi	(°)	Vesic	Terzaghi
C-75	372742	8086319	SM	1,50	N.P.	N.P.	NP	15,58	67,32	17,10	1,72	0,00	32,00	1,20	1,78	30,00	0,98	1,45

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
REGULAR	
1 - 3 Kg/cm2	

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE LA VICTORIA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-18.1



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE JIRATA

CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU	COHESIÓN (C)	ESTÁTICO			PSEUDOESTÁTICO		
													ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)		ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)	
N°	ESTE	NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F	(gr/cm ³)	(Kg/cm ²)	(°)	Vesic	Terzaghi	(°)	Vesic	Terzaghi
C-45	371673	8082993	SM	1,00	N.P.	N.P.	N.P.	14,24	68,01	17,75	1,86	0,00	32,50	2,59	2,23	30,50	1,99	1,73
*C-46	371609	8082701	SW-SM	0,20	29,50	N.P.	N.P.	16,28	68,76	14,96	1,90	0,00	33,00	2,83	2,59	31,00	2,17	2,00

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

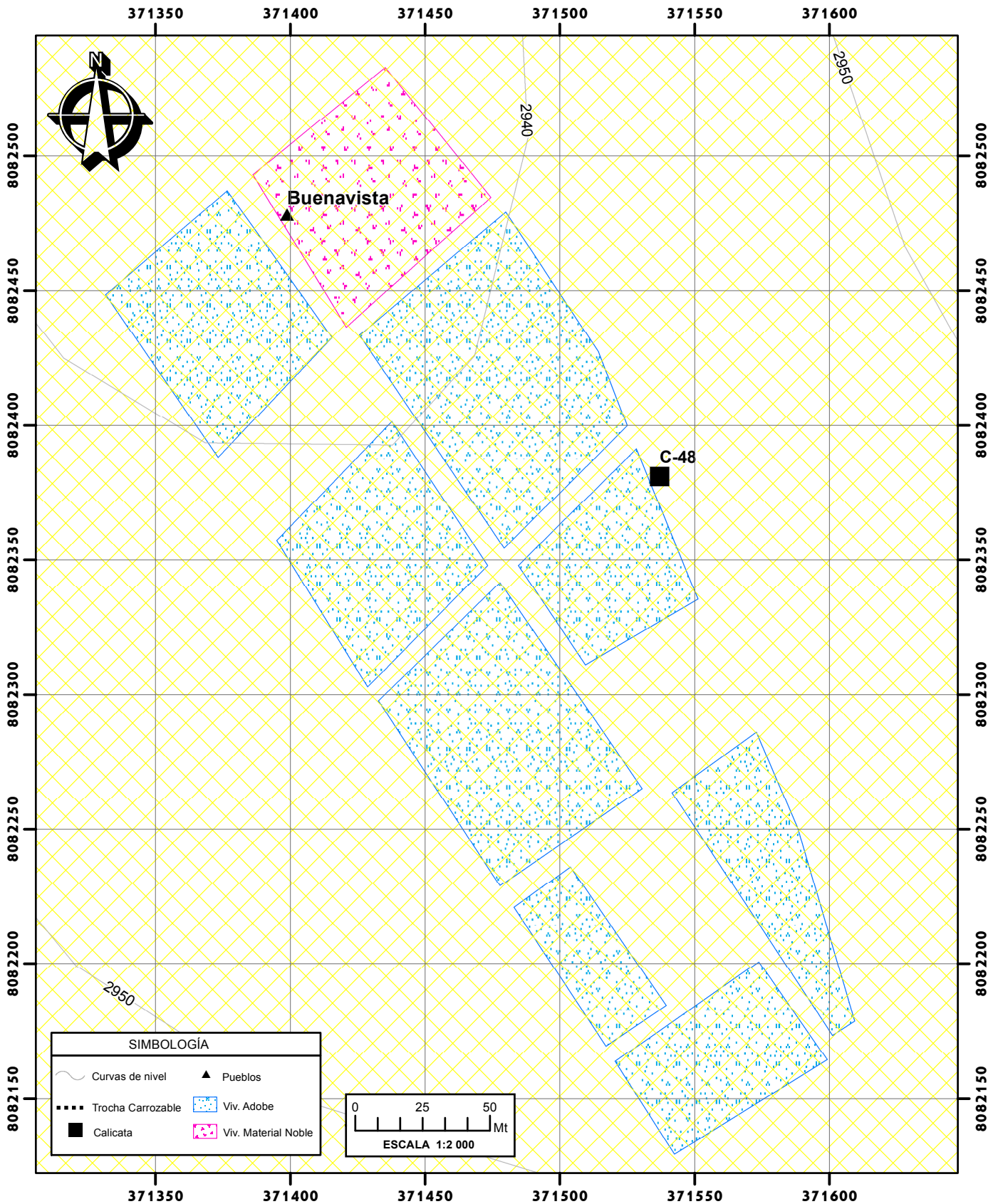
LEYENDA

Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		REGULAR 1 - 3 Kg/cm ²

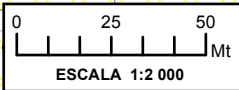
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE JIRATA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:

RG-19.1



SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble

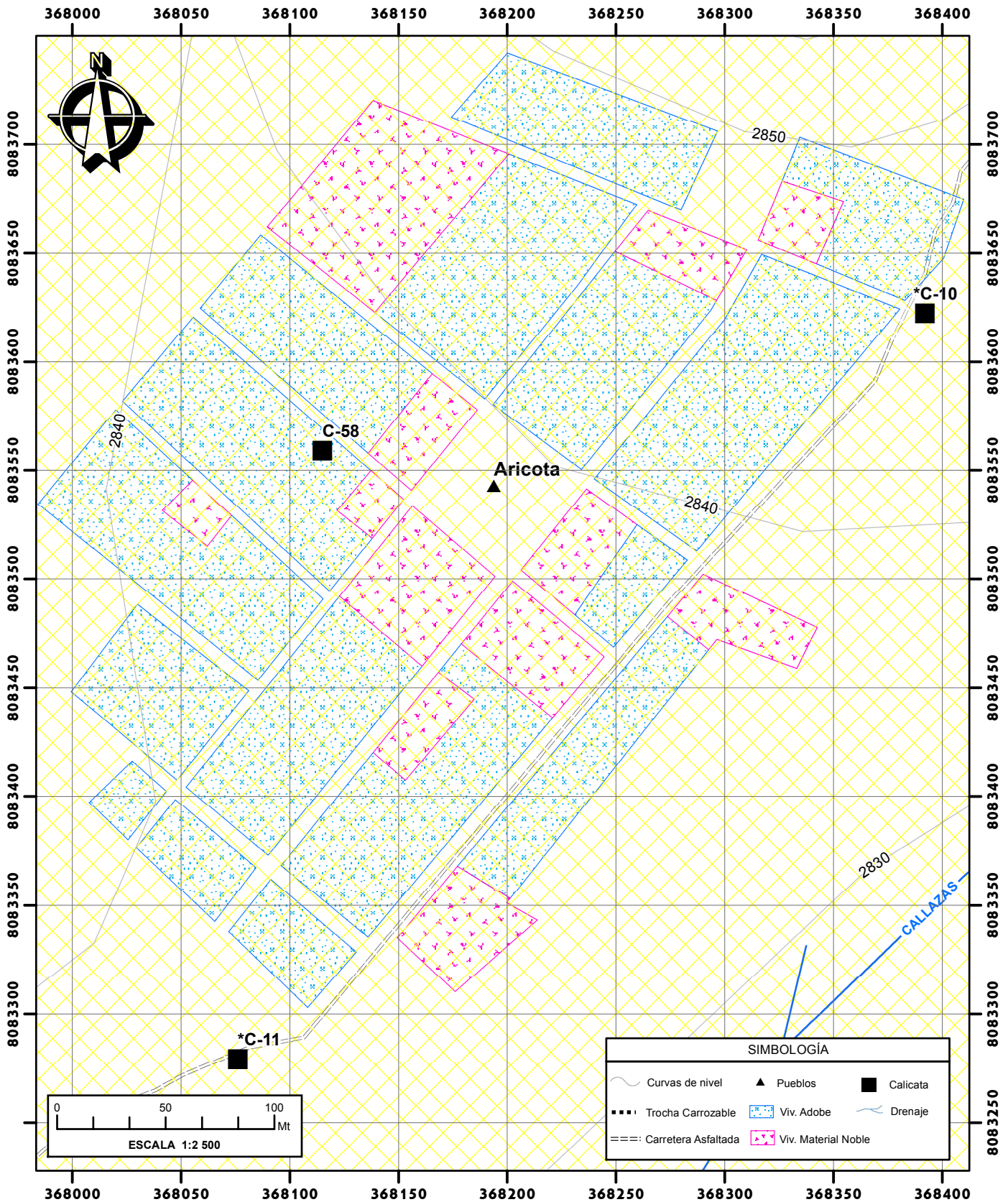


CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE JIRATA																		
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU	COHESIÓN (C)	ESTÁTICO			PSEUDOESTÁTICO		
													ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)		ÁNGULO FRICCIÓN	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)	
N°	ESTE	NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.	% G	% A	% F	(gr/cm ³)	(Kg/cm ²)	(°)	Vesic	Terzaghi	(°)	Vesic	Terzaghi
C-45	371673	8082993	SM	1,00	N.P.	N.P.	N.P.	14,24	68,01	17,75	1,86	0,00	32,50	2,59	2,23	30,50	1,99	1,73
*C-46	371609	8082701	SW-SM	0,20	29,50	N.P.	N.P.	16,28	68,76	14,96	1,90	0,00	33,00	2,83	2,59	31,00	2,17	2,00

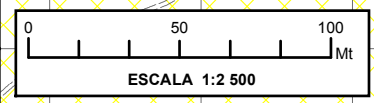
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	REGULAR
	1 - 3 Kg/cm ²

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE BUENAVISTA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-20.1



SIMBOLOGÍA			
	Curvas de nivel		Pueblos
	Calicata		Drenaje
	Trocha Carrozable		Viv. Adobe
	Carretera Asfaltada		Viv. Material Noble



CUADRO DE DATOS DE LA LOCALIDAD DE ARICOTA																		
CALICATAS	COORDENADAS		CLASIFICACIÓN	PROF.	LÍMITE DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			DENSIDAD IN SITU (gr/cm ³)	COHESIÓN (Kg/cm ²)	ESTÁTICO		PSEUDOESTÁTICO			
	N°	ESTE			NORTE	SUCS	(m)	L.L.	L.P.	I.P.			% G	% A	% F	ÁNGULO FRICCIÓN (°)	CAP. PORTANTE (Kg/cm ²)	ÁNGULO FRICCIÓN (°)
*C-10	368392	8083622	SP-SM	1,70	N.P.	N.P.	N.P.	39,71	49,68	10,60	1,83	0,00	32,00	1,27	1,89	30,00	1,05	1,55
*C-11	368076	8083279	GM	1,90	N.P.	N.P.	N.P.	47,11	38,42	14,47	1,79	0,00	31,00	1,13	1,67	29,00	0,93	1,37
C-58	368115	8083559	SM	0,80	27,60	26,04	1,56	4,29	75,02	20,69	1,65	0,00	30,00	0,91	1,35	28,00	0,75	1,12

* Datos de calicatas existentes de diferentes proyectos.

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
REGULAR 1 - 3 Kg/cm ²	

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA

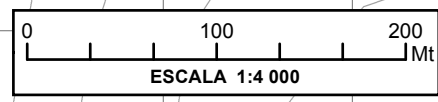
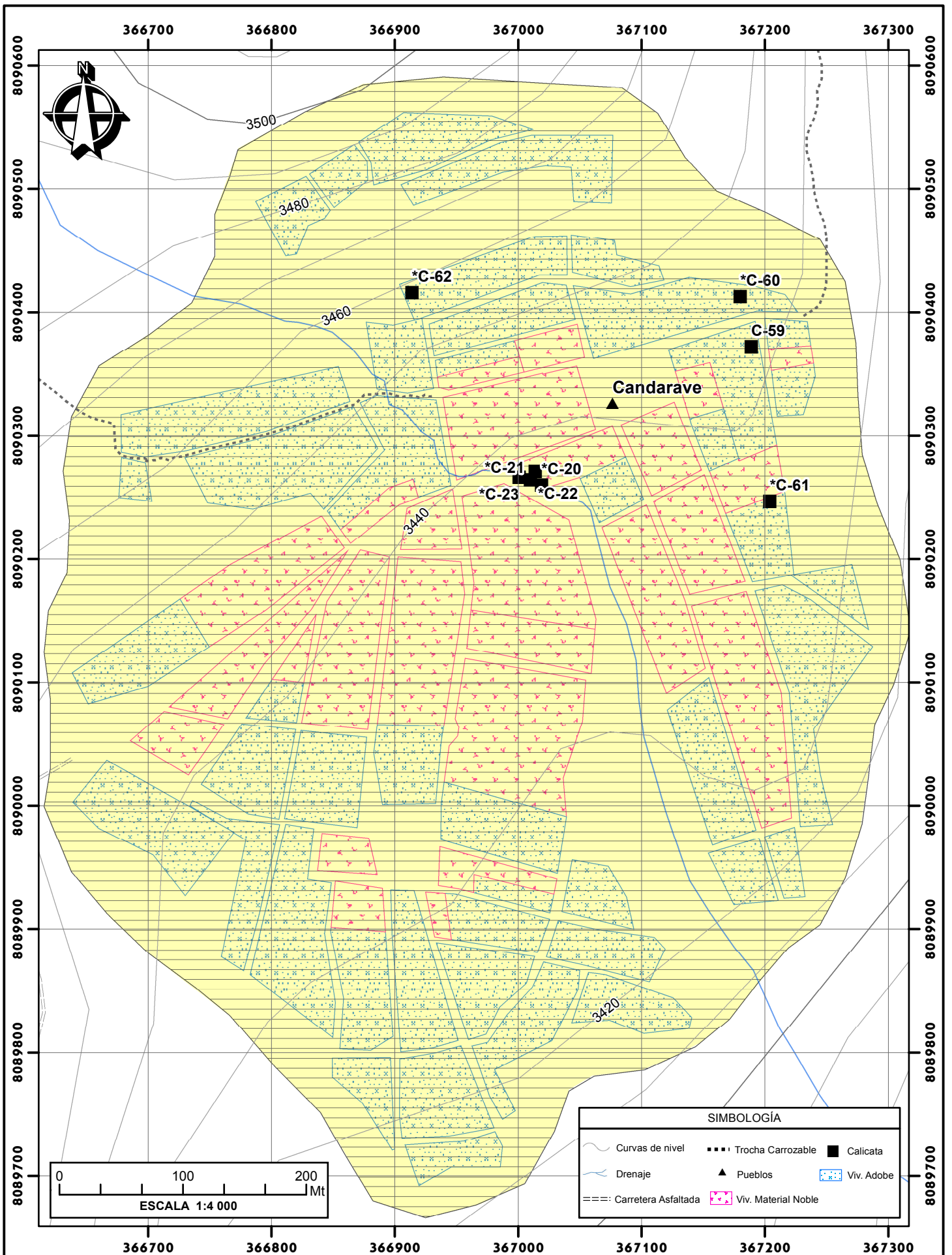
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"

ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE CAPACIDAD PORTANTE EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE ARICOTA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada
Región: Tacna	Provincia: Candarave

LÁMINA N°:

RG-21.1

MAPAS DE PELIGRO

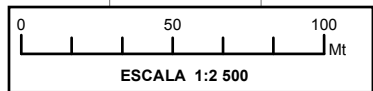
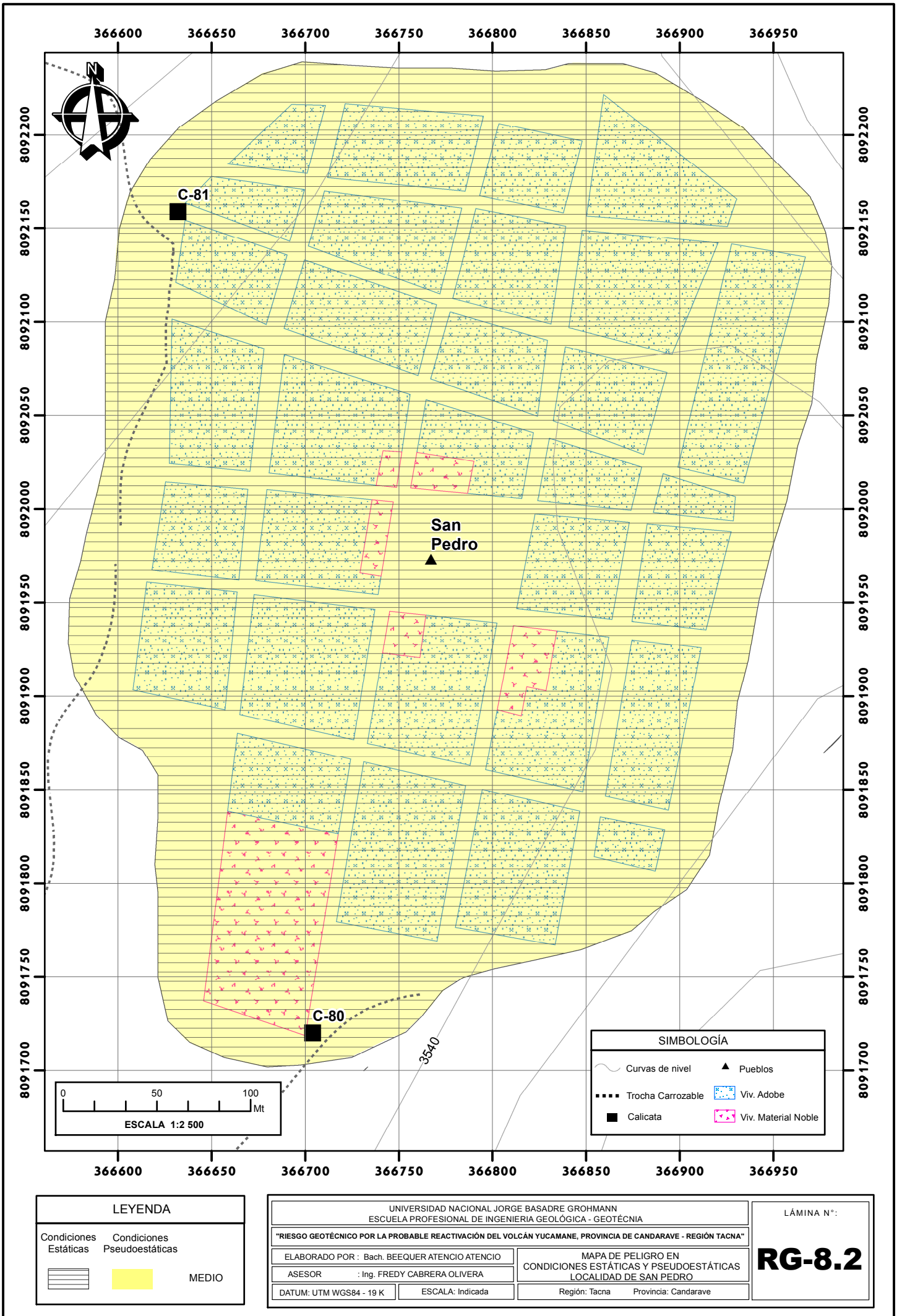


SIMBOLOGÍA			
	Curvas de nivel		Trocha Carrozable
	Drenaje		Pueblos
	Carretera Asfaltada		Viv. Adobe
			Viv. Material Noble
			Calicata

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE CANDARAVE
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-7.2

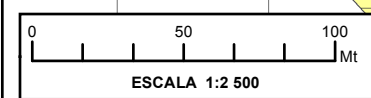
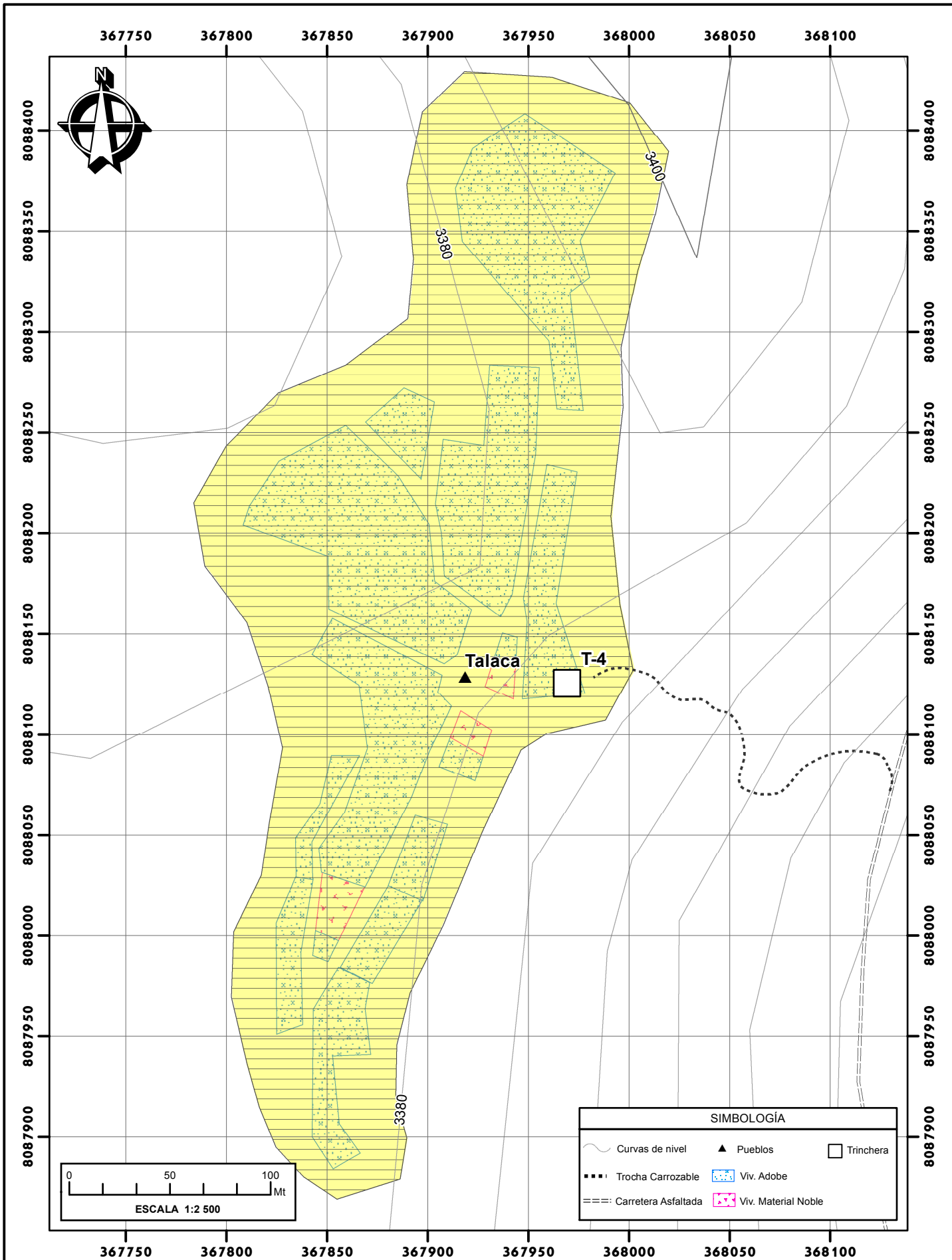


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SAN PEDRO
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-8.2

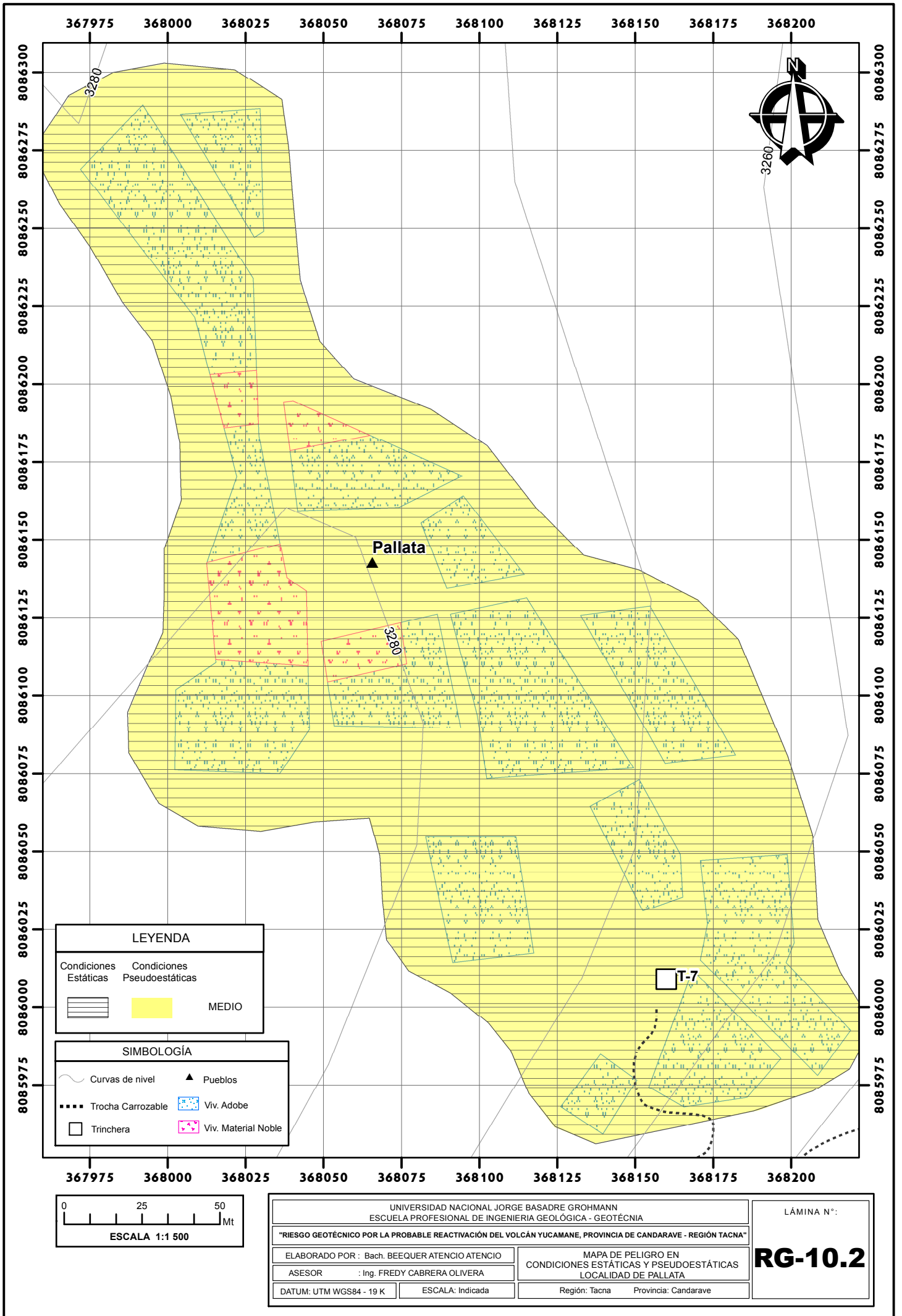


SIMBOLOGÍA		
	Curvas de nivel	
	Trocha Carrozable	
	Carretera Asfaltada	
	Trinchera	

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

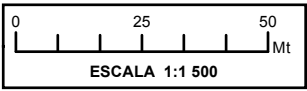
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TALACA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-9.2



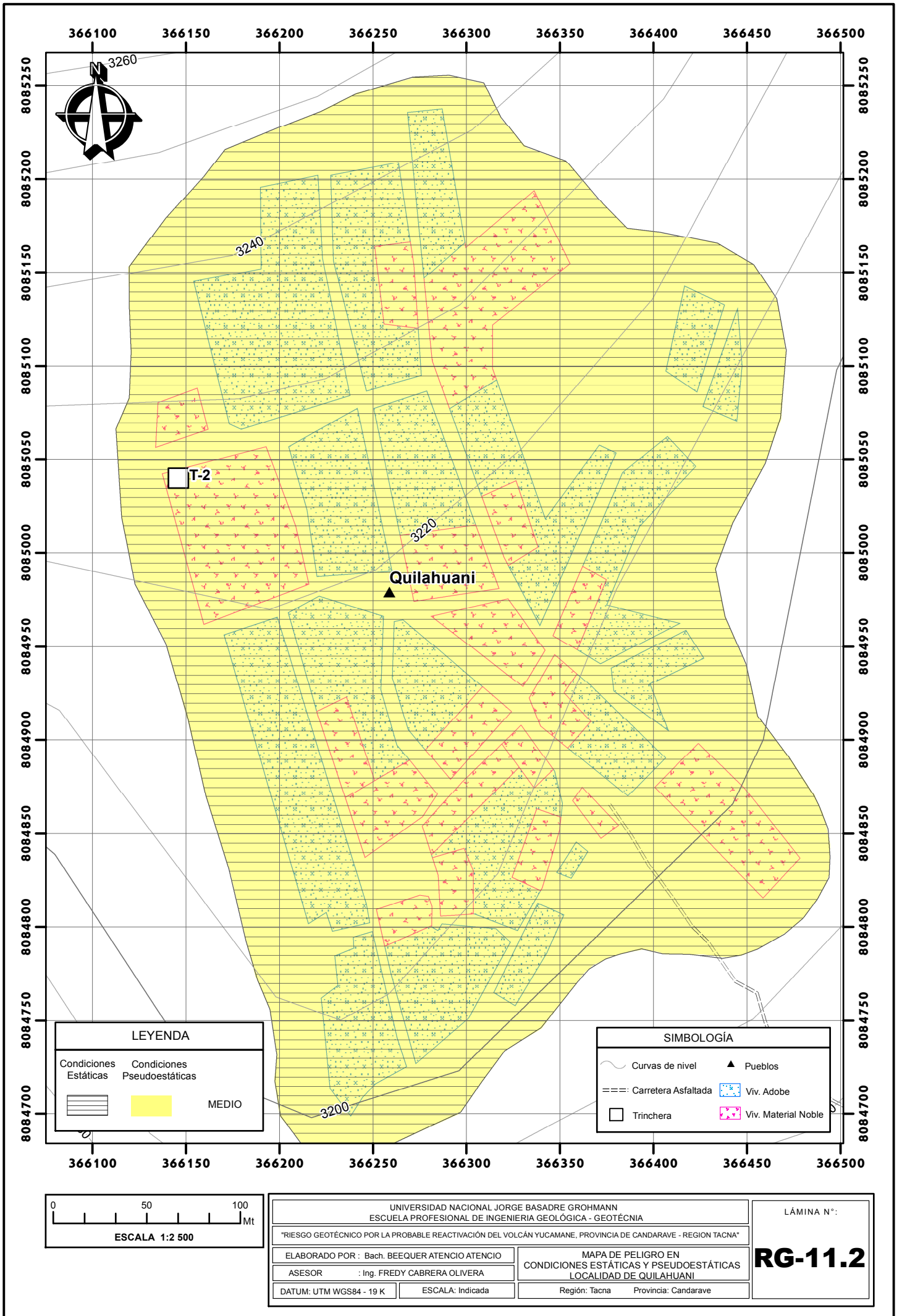
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Trinchera
	Viv. Material Noble



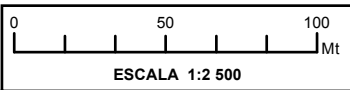
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PALLATA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-10.2



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Carretera Asfaltada
	Viv. Adobe
	Trincheras
	Viv. Material Noble

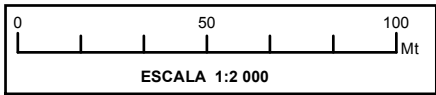
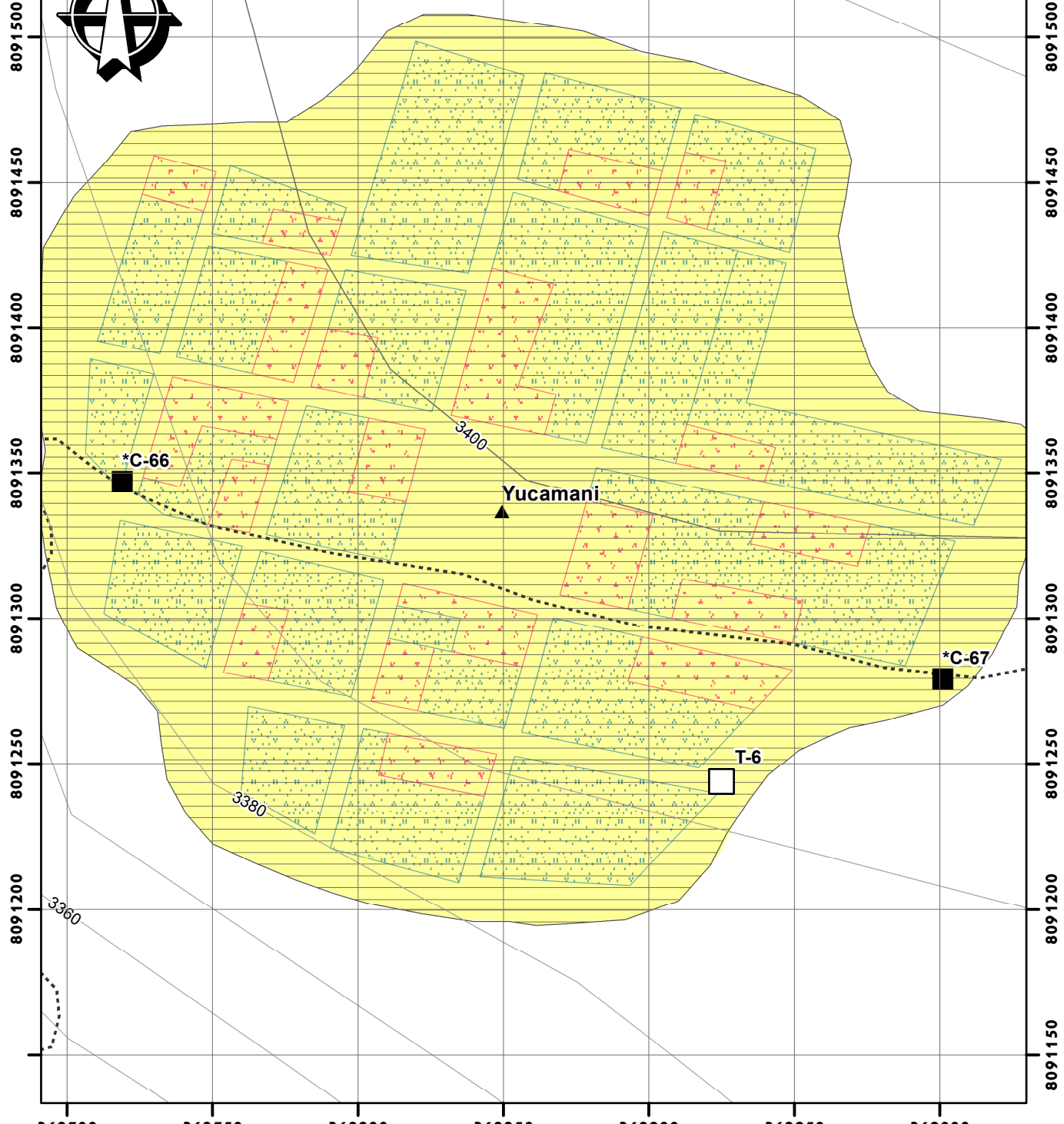


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR :	Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO
ASESOR :	Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM:	UTM WGS84 - 19 K
ESCALA:	Indicada
MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE QUILAHUANI	
Región:	Tacna
Provincia:	Candarave

LÁMINA N°:

RG-11.2

368700 368750 368800 368850 368900 368950 369000

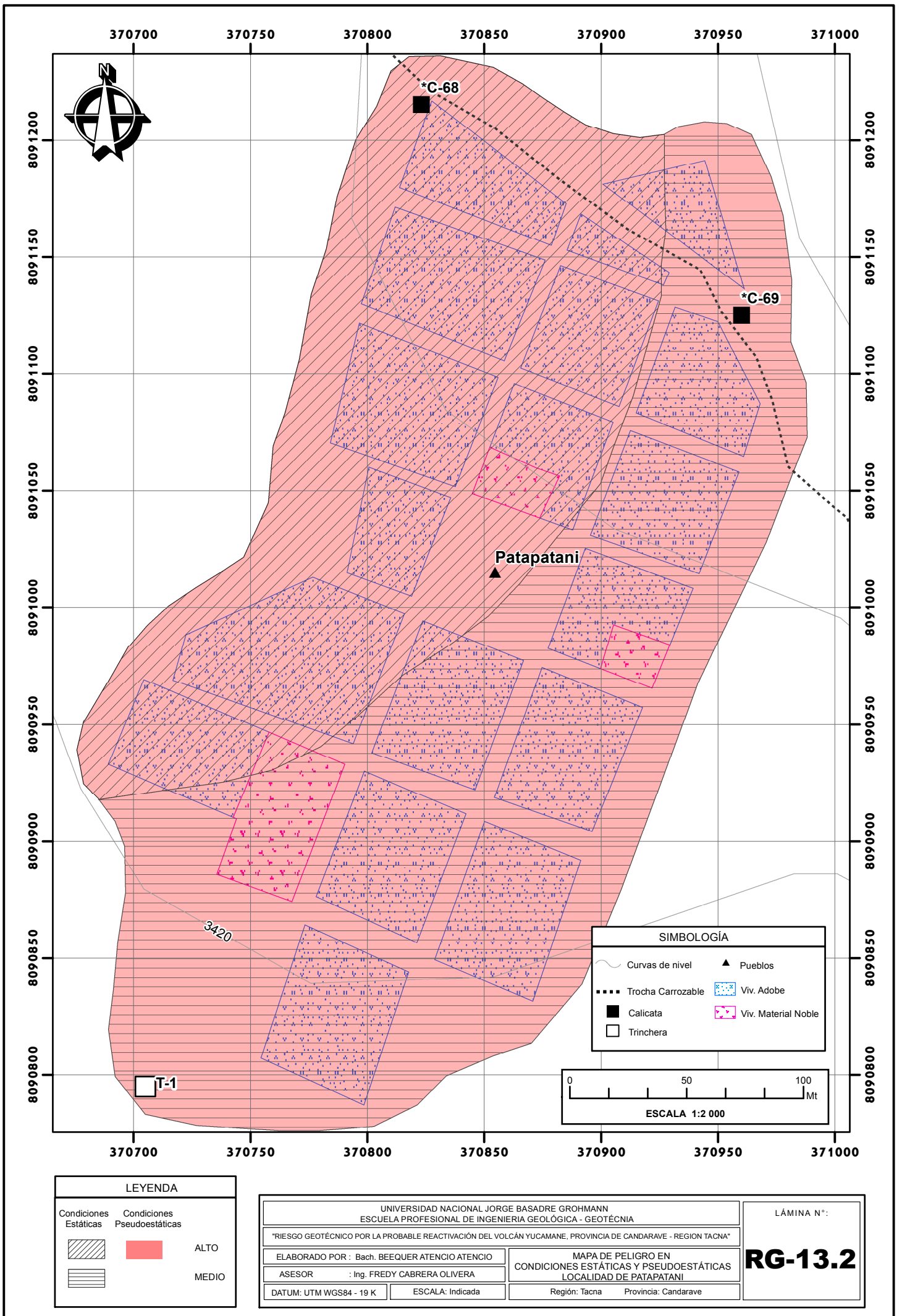


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Viv. Adobe
	Trinchera
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE YUCAMANI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

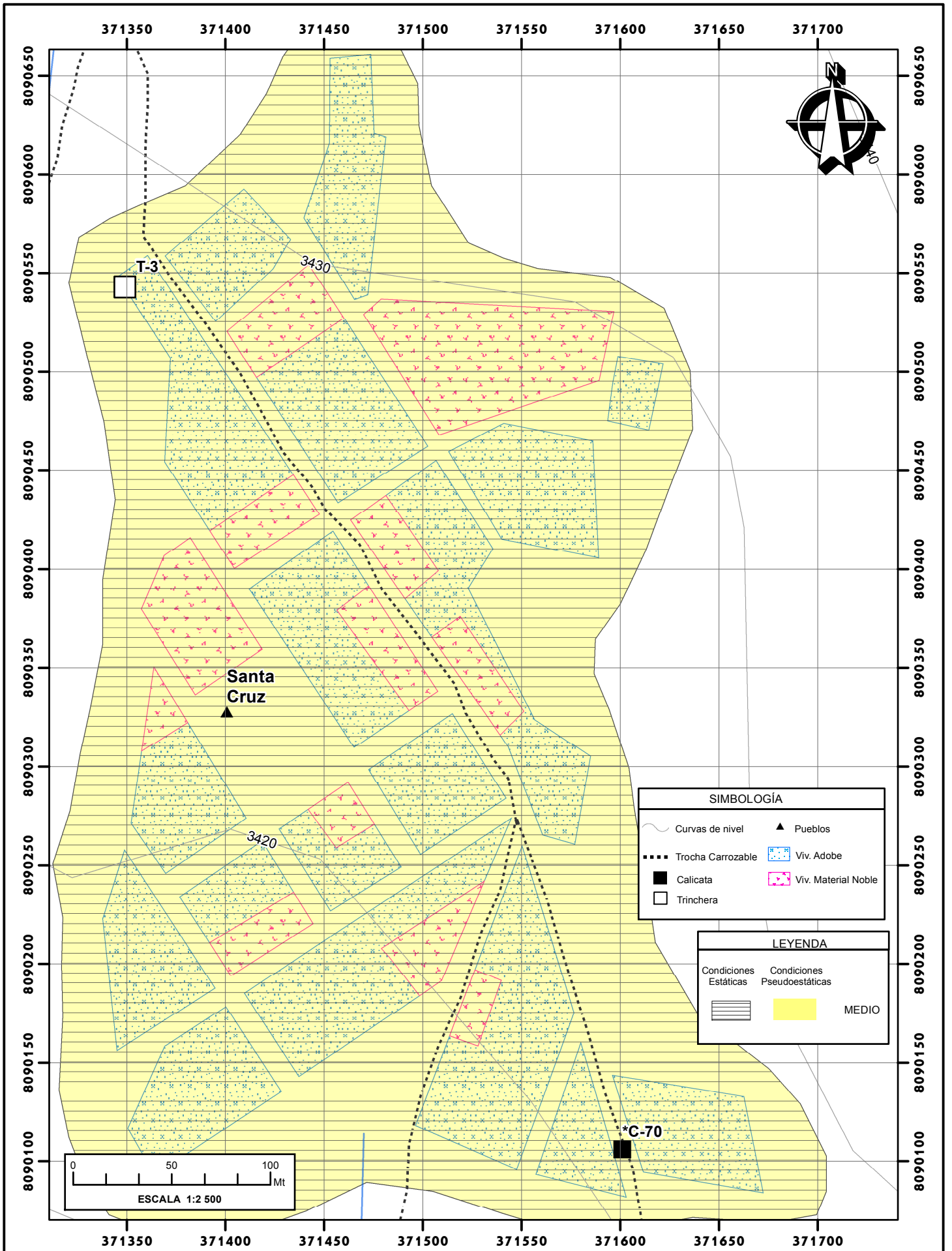
LÁMINA N°:
RG-12.2



LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PATAPATANI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-13.2

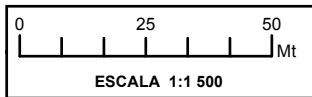
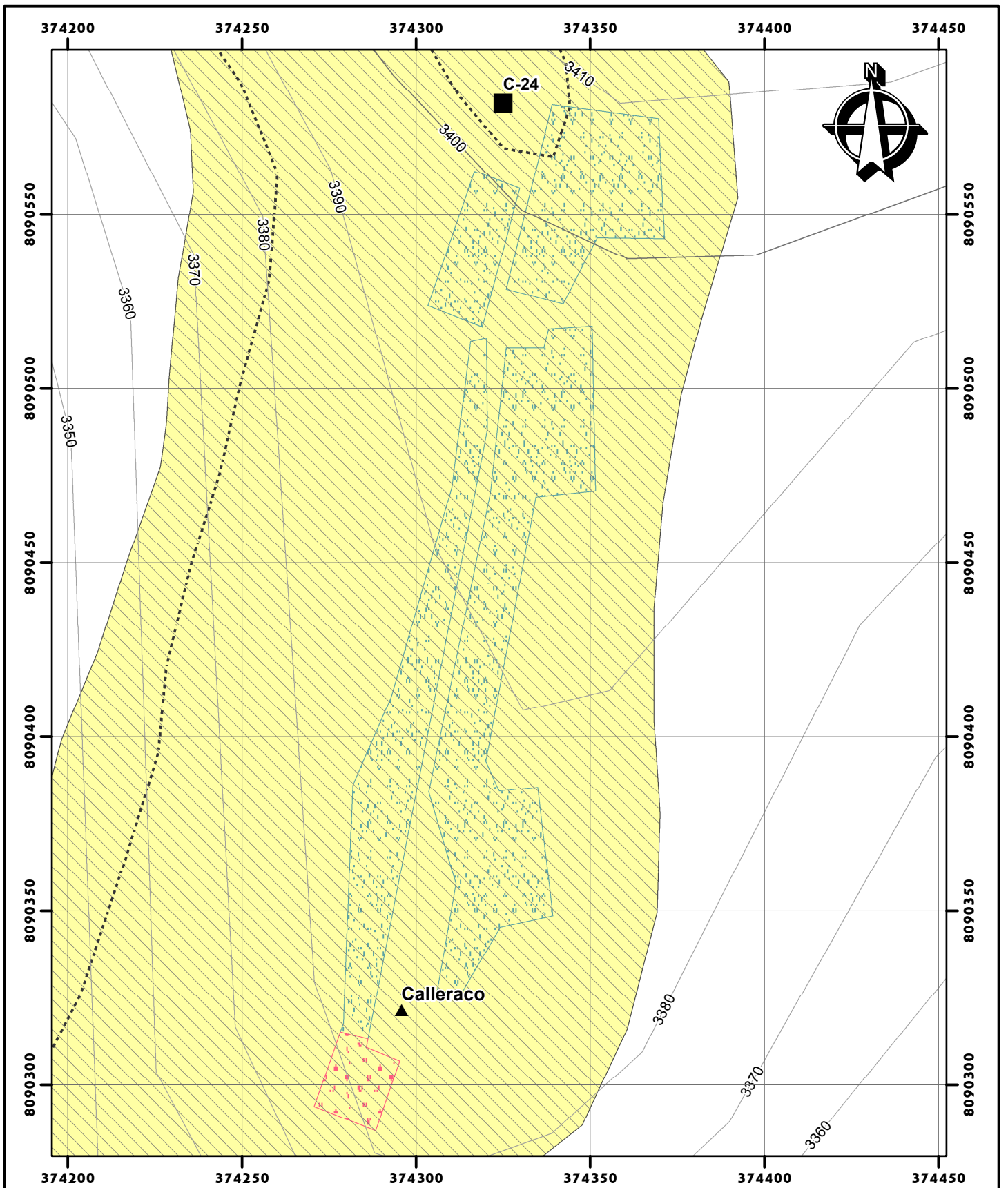


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Trinchera
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
	Condiciones Estáticas
	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SANTA CRUZ
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

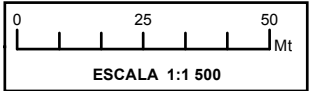
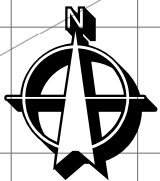
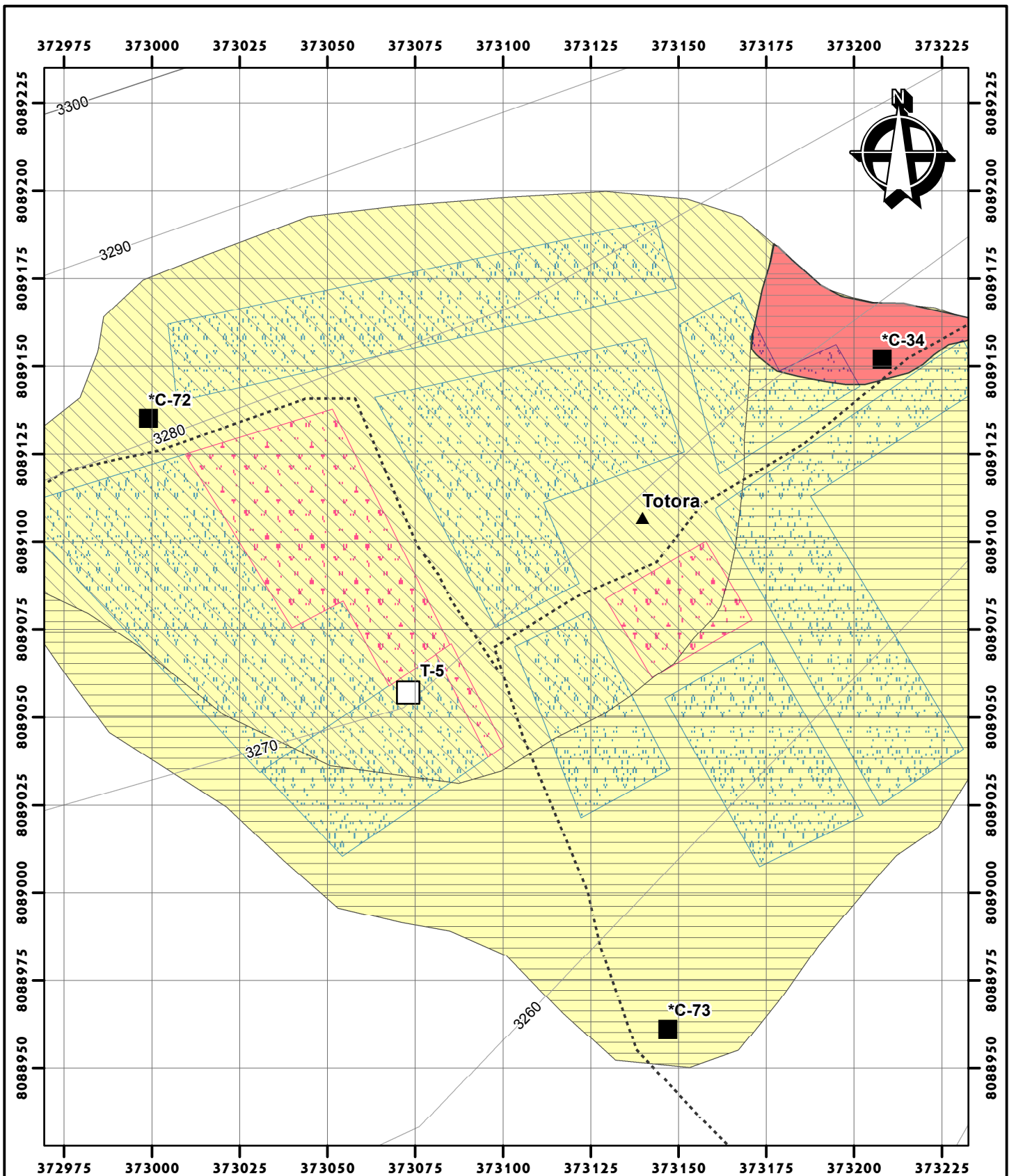
LÁMINA N°:
RG-14.2



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	BAJO
	MEDIO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

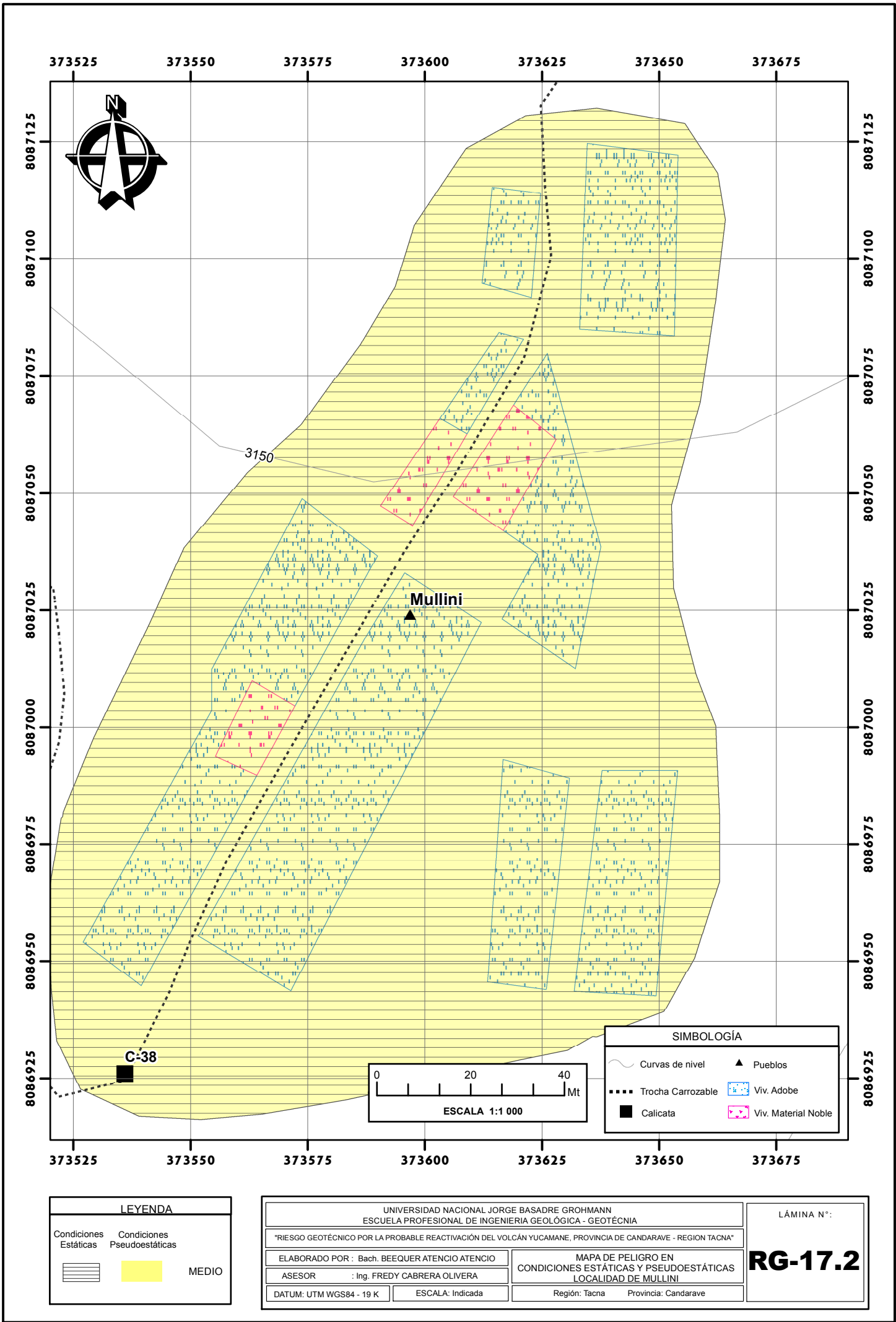
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°: RG-15.2
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE CALLERACO	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave



LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Trinchera
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TOTORA	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	RG-16.2 Región: Tacna Provincia: Candarave

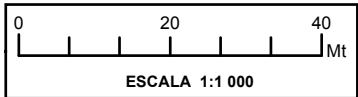
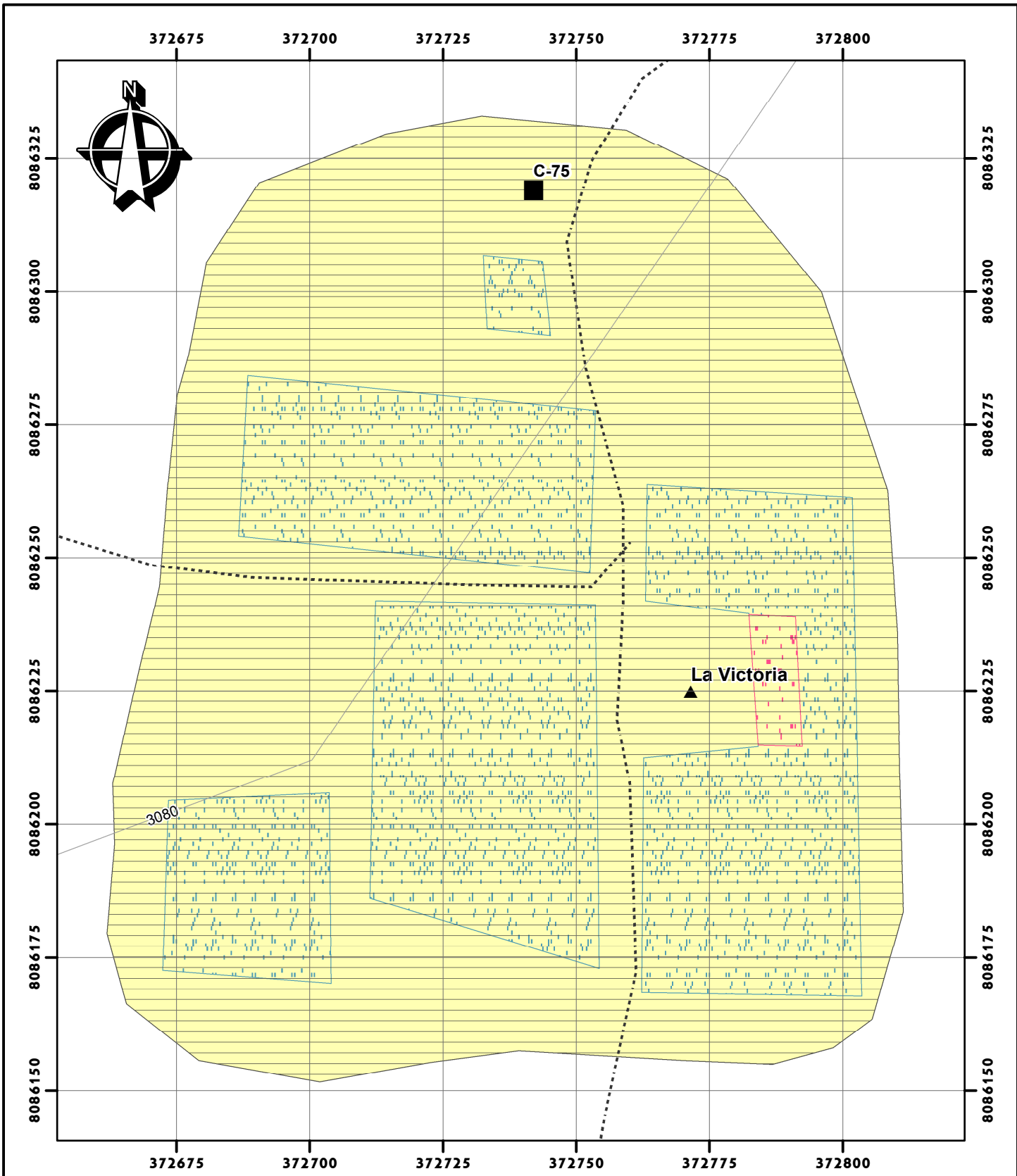


LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE MULLINI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-17.2

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble
	Calicata
	Trocha Carrozable

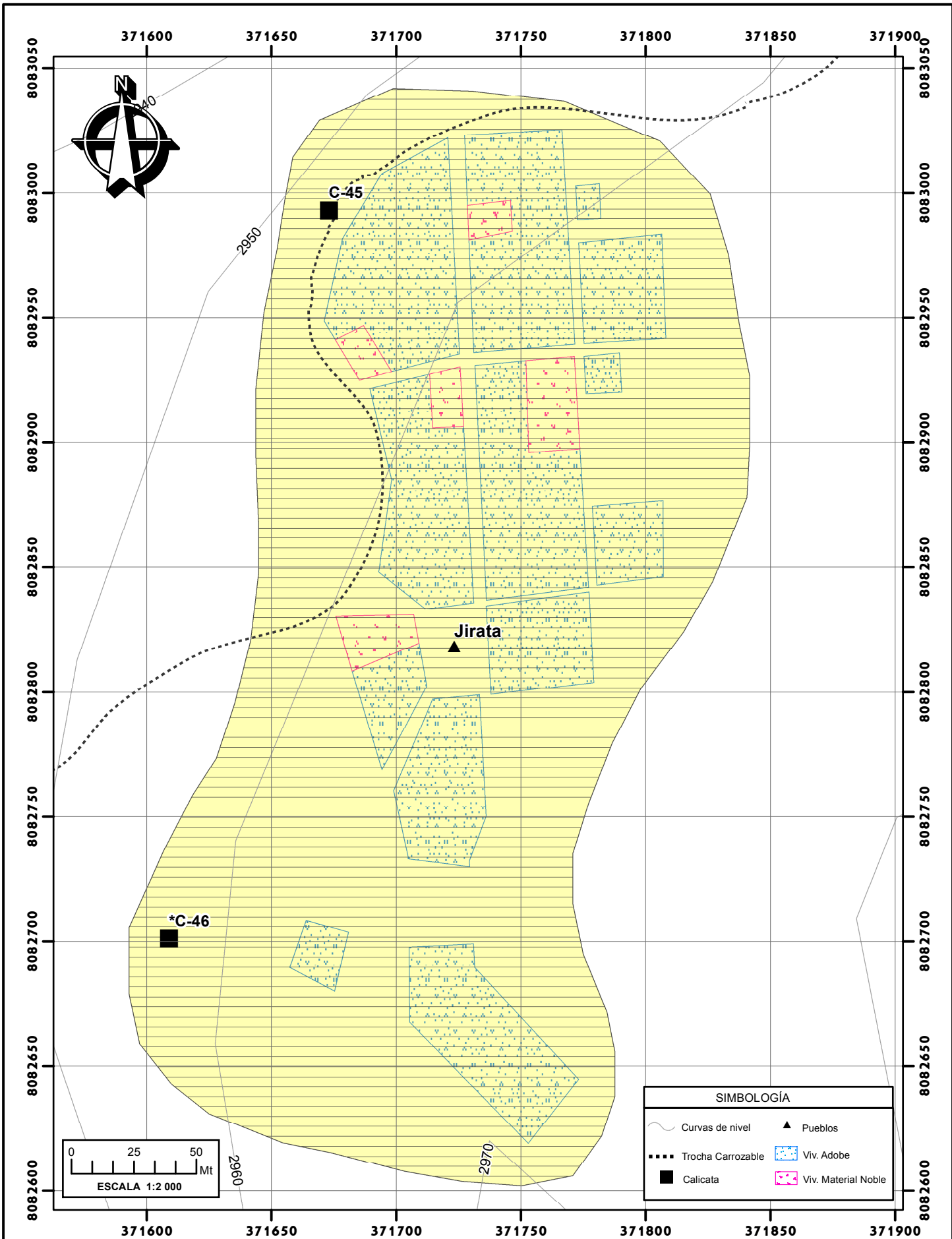


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Calicata
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE LA VICTORIA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

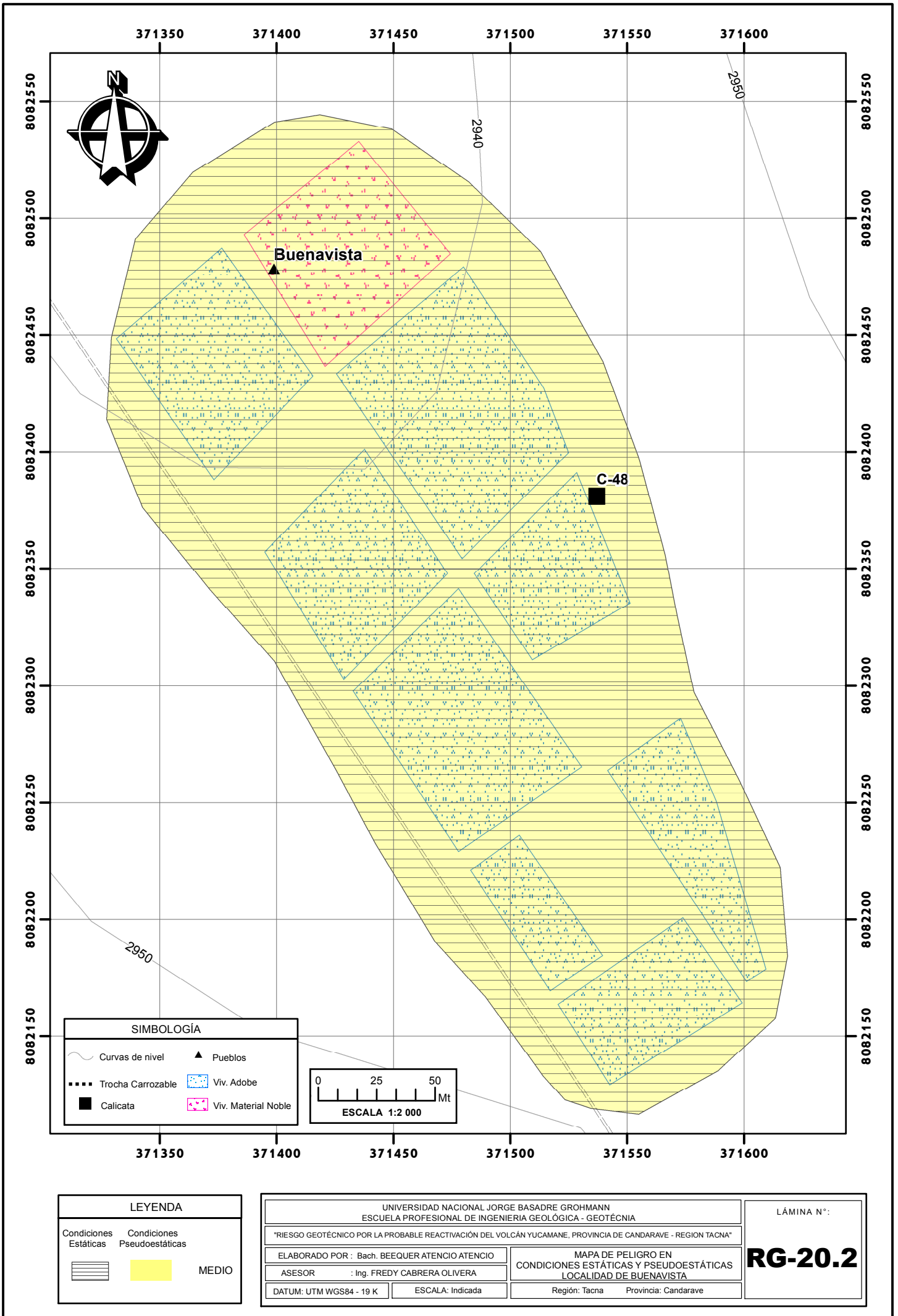
LÁMINA N°:
RG-18.2



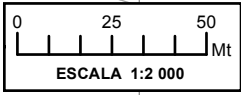
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR :	Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO
ASESOR :	Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM:	UTM WGS84 - 19 K
ESCALA:	Indicada
MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE JIRATA	
Región:	Tacna
Provincia:	Candarave

LÁMINA N°:
RG-19.2



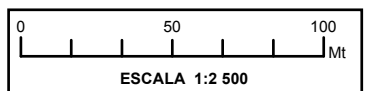
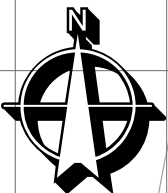
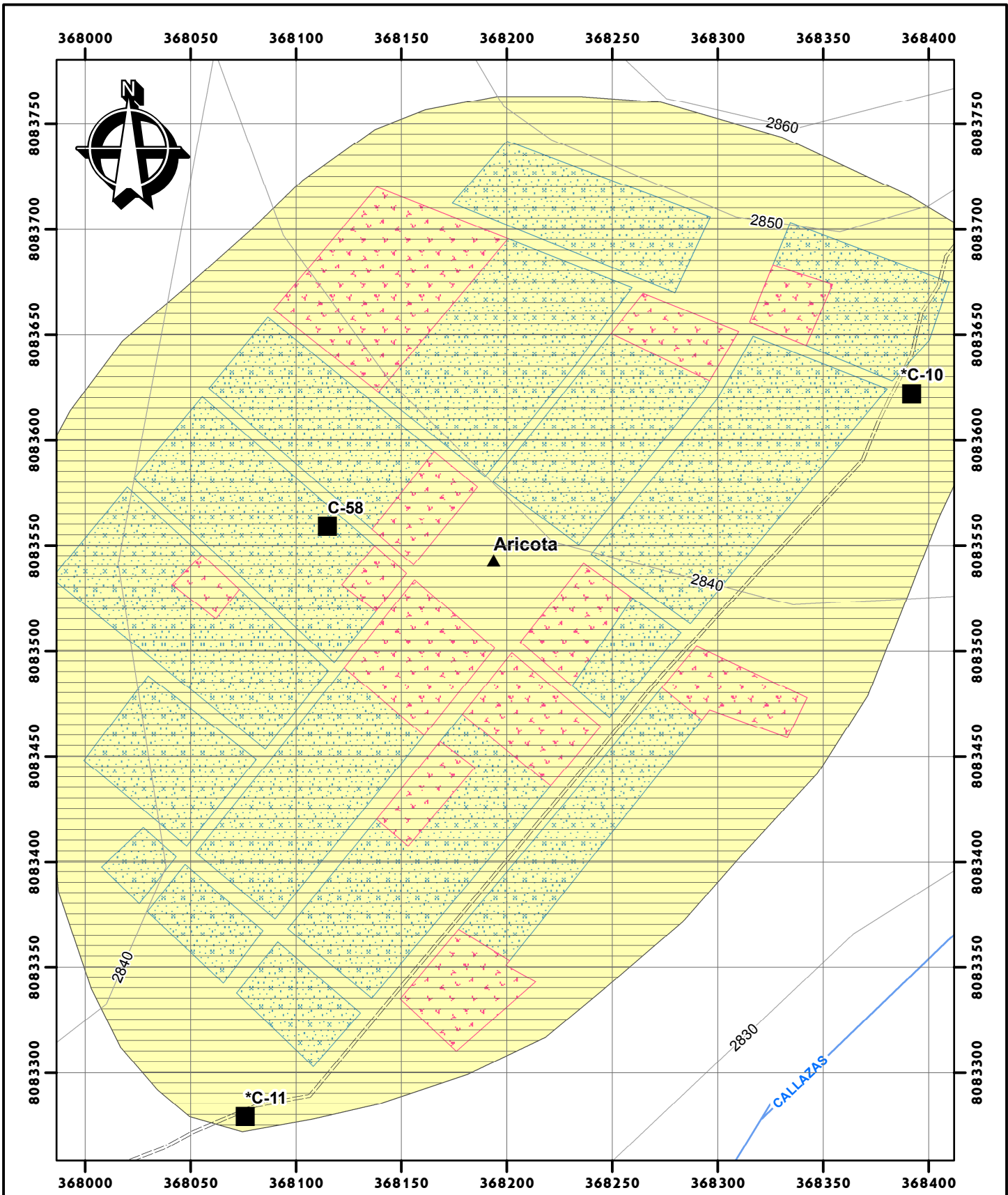
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR :	Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO
ASESOR :	Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM:	UTM WGS84 - 19 K
ESCALA:	Indicada
MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE BUENAVISTA	
Región:	Tacna
Provincia:	Candarave

LÁMINA N°:
RG-20.2



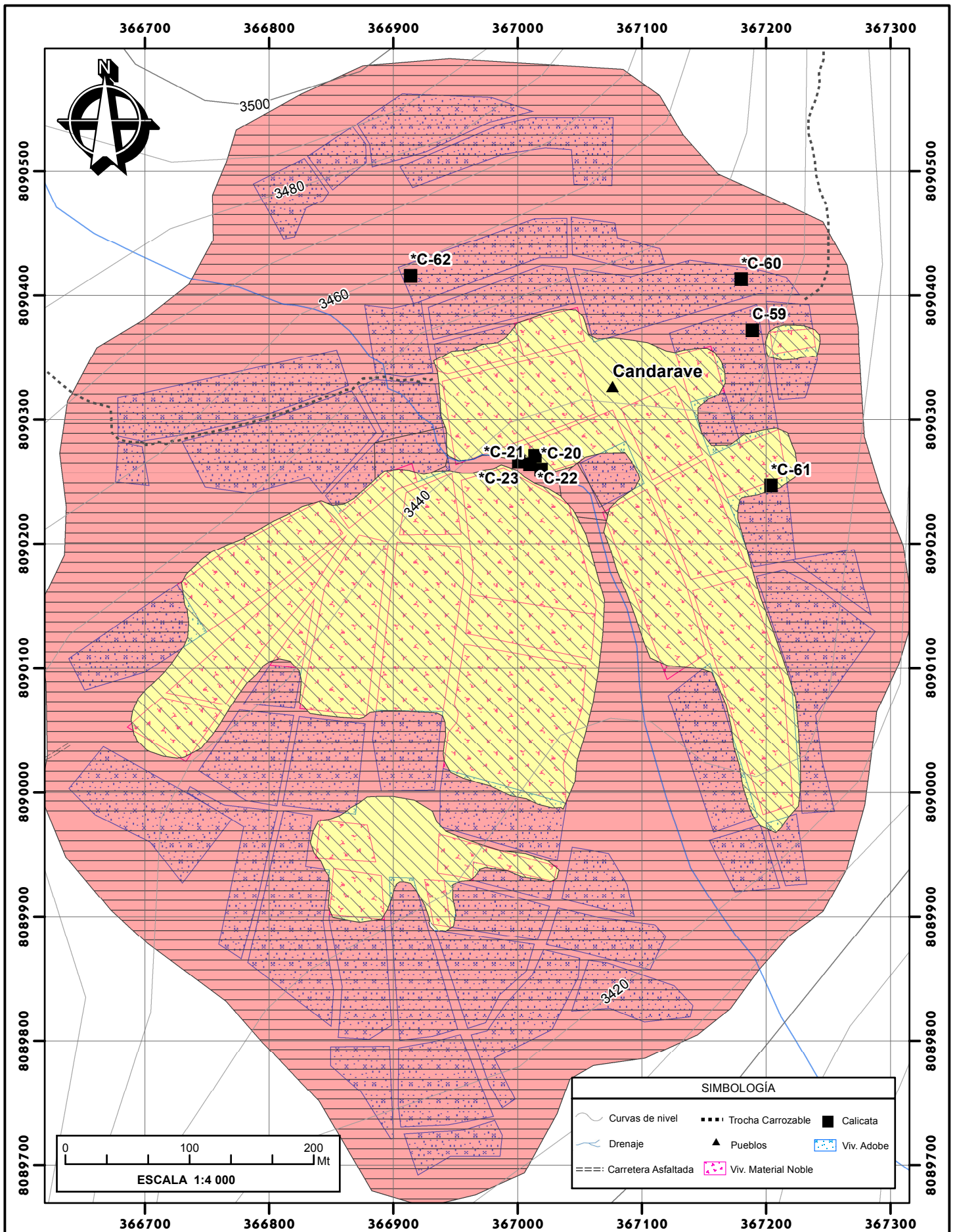
SIMBOLOGÍA			
	Curvas de nivel		Pueblos
	Calicata		Drenaje
	Trocha Carrozable		Viv. Adobe
	Carretera Asfaltada		Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE PELIGRO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE ARICOTA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-21.2

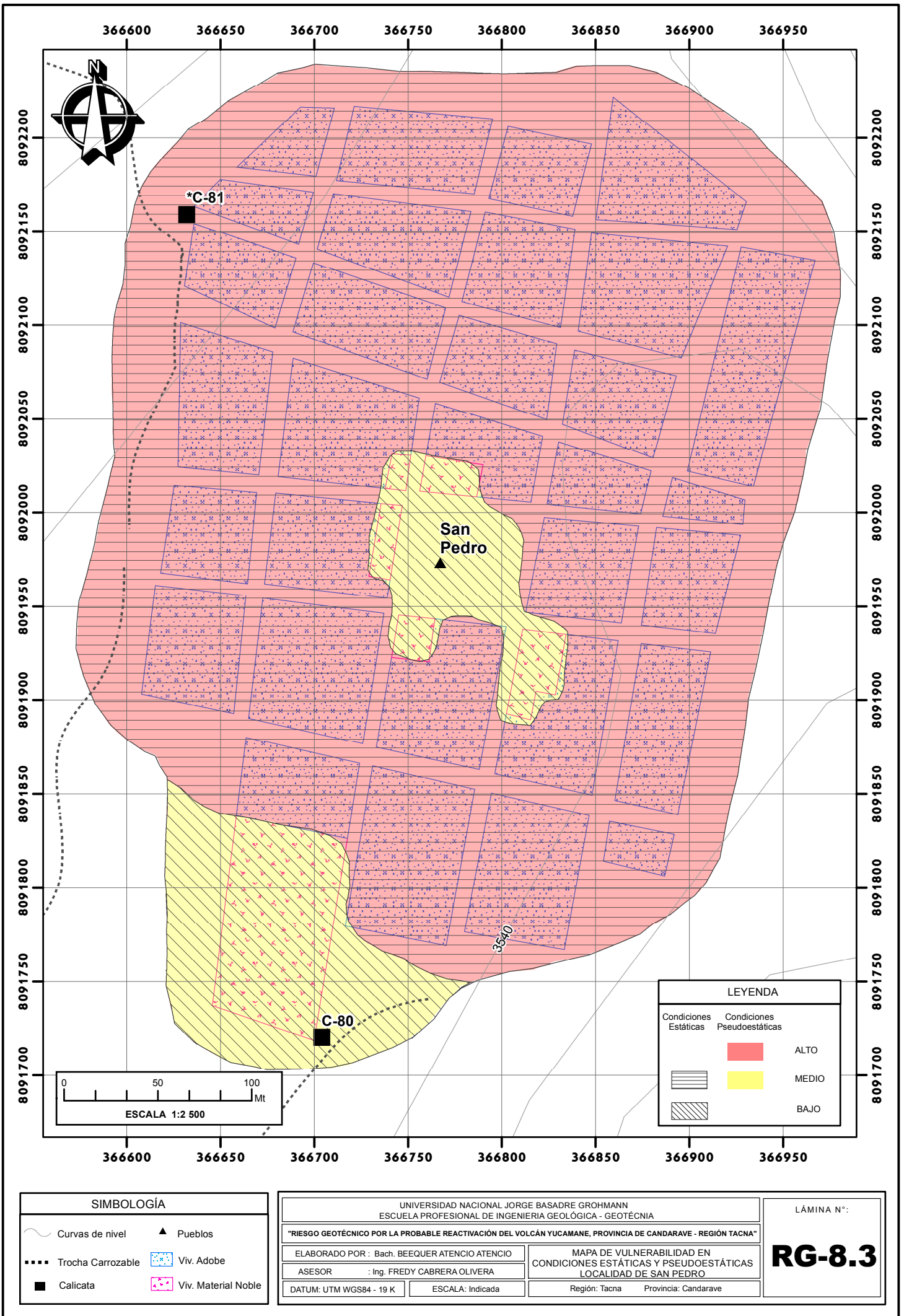
**MAPAS DE
VULNERABILIDAD**



LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE CANDARAVE
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

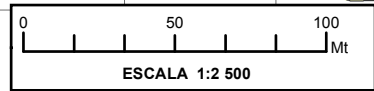
LÁMINA N°:
RG-7.3



366600 366650 366700 366750 366800 366850 366900 366950

8092200
8092150
8092100
8092050
8092000
8091950
8091900
8091850
8091800
8091750
8091700

8092200
8092150
8092100
8092050
8092000
8091950
8091900
8091850
8091800
8091750
8091700

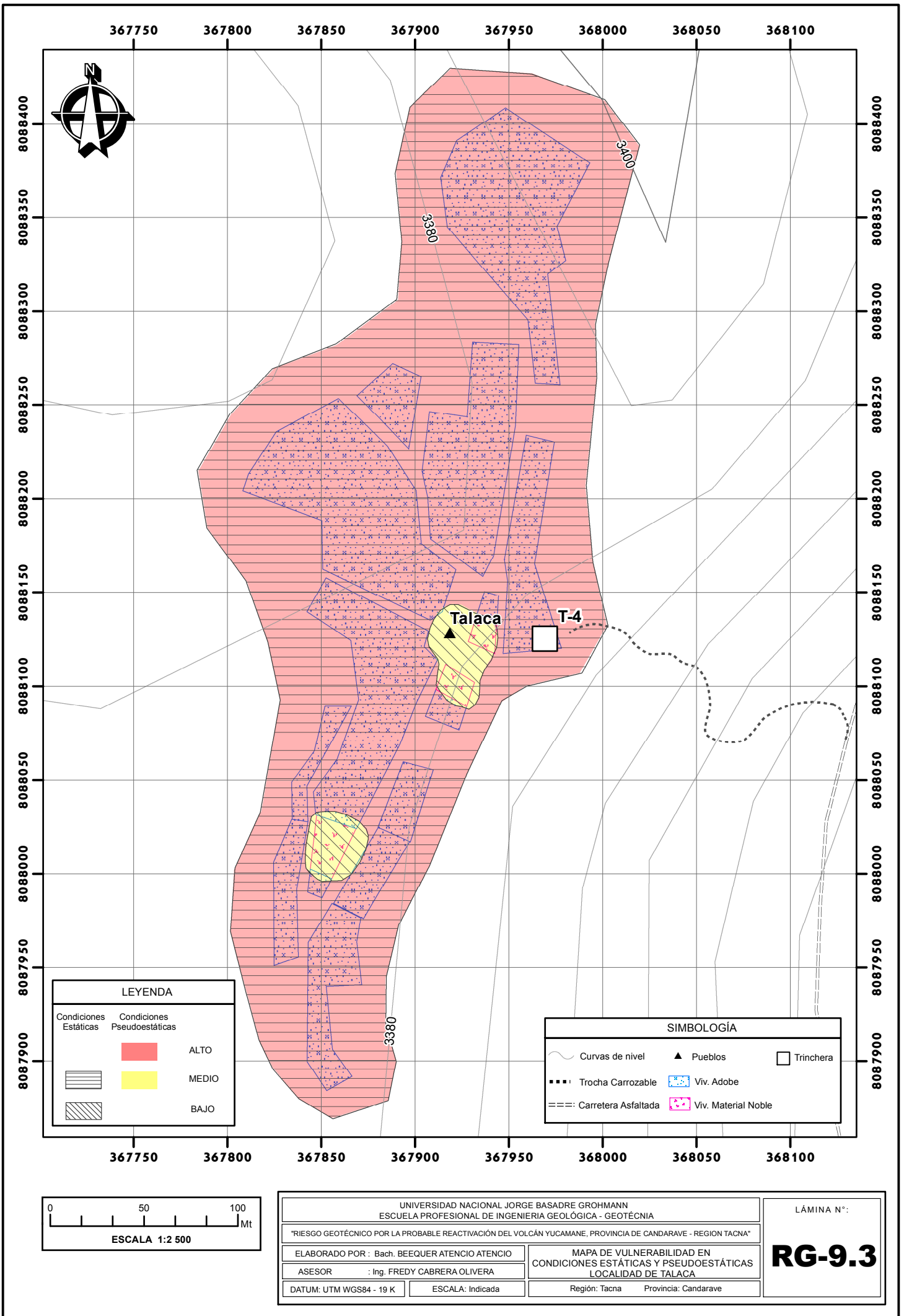


LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Calicata
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Pueblos
	Viv. Material Noble

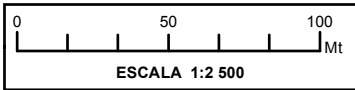
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SAN PEDRO
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-8.3

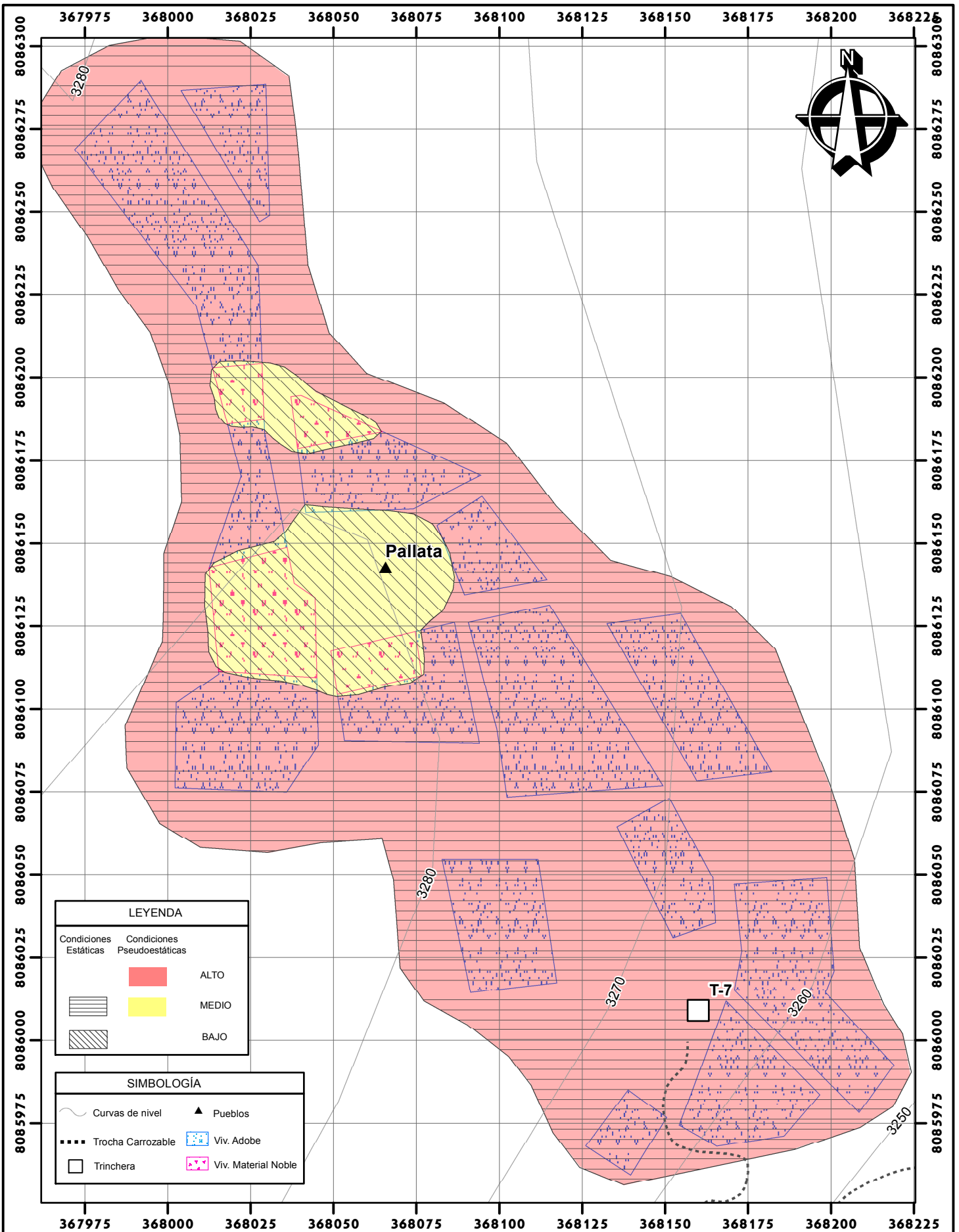


LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

SIMBOLOGÍA		
	Curvas de nivel	
	Trocha Carrozable	
	Carretera Asfaltada	
		Viv. Adobe
		Viv. Material Noble
		Trinchera
		Pueblos

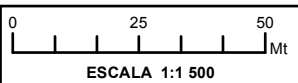


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TALACA	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	RG-9.3

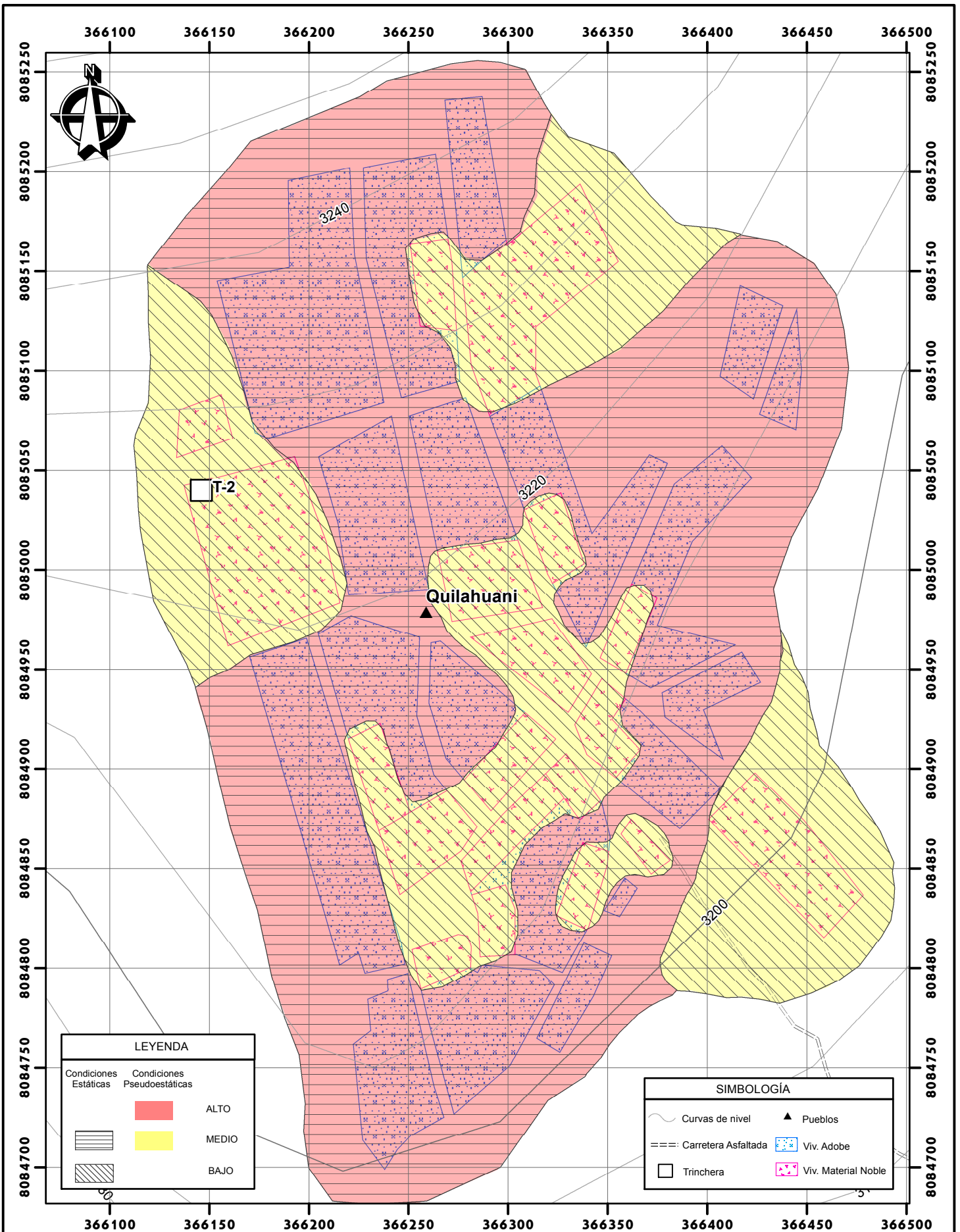


LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Trinchera
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

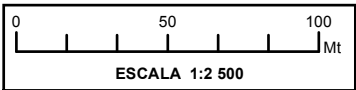


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PALLATA	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	RG-10.3

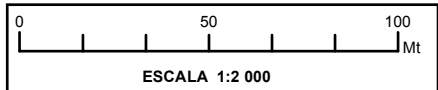
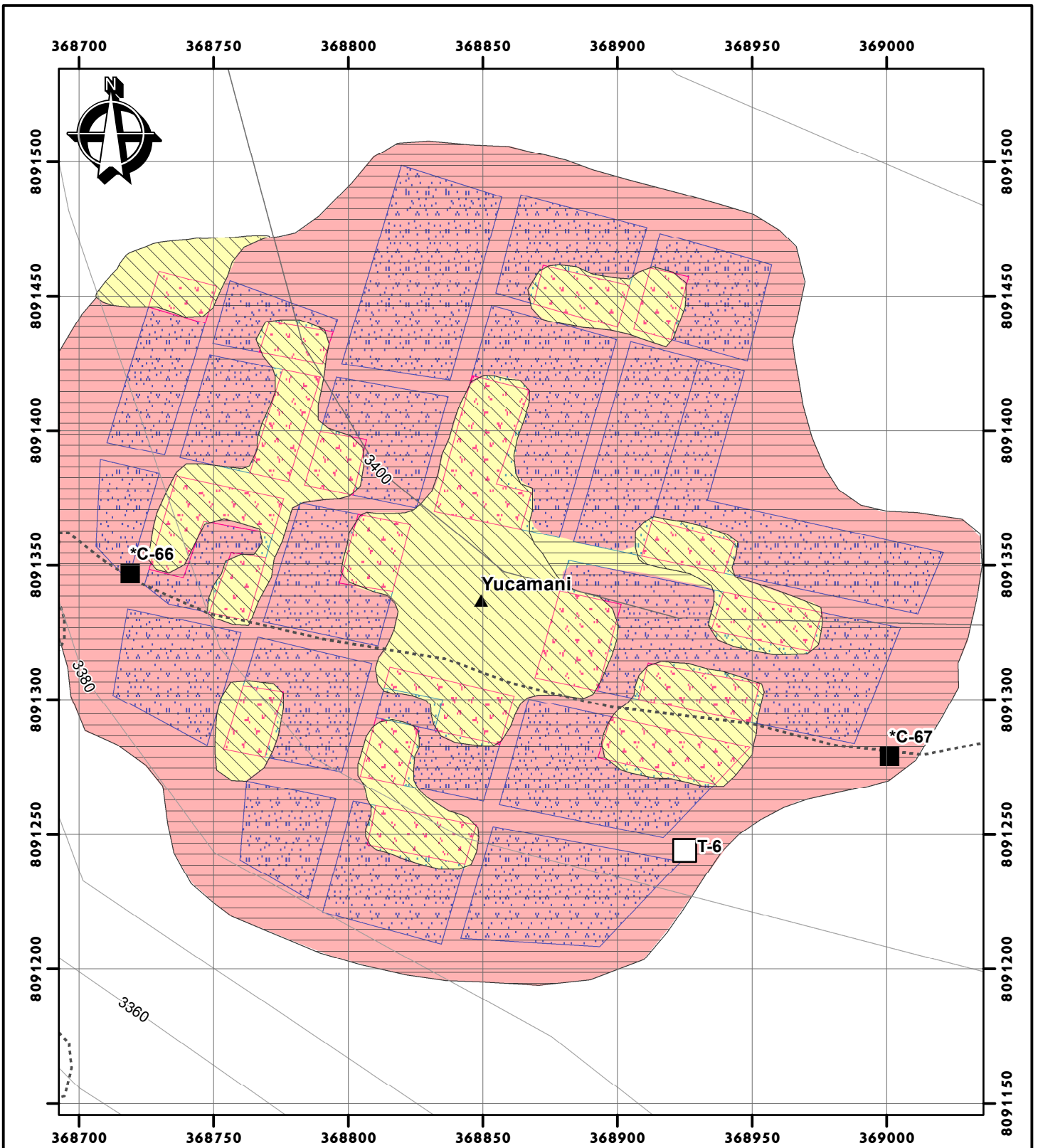


LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Carretera Asfaltada
	Viv. Adobe
	Trincheras
	Viv. Material Noble



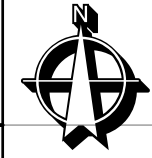
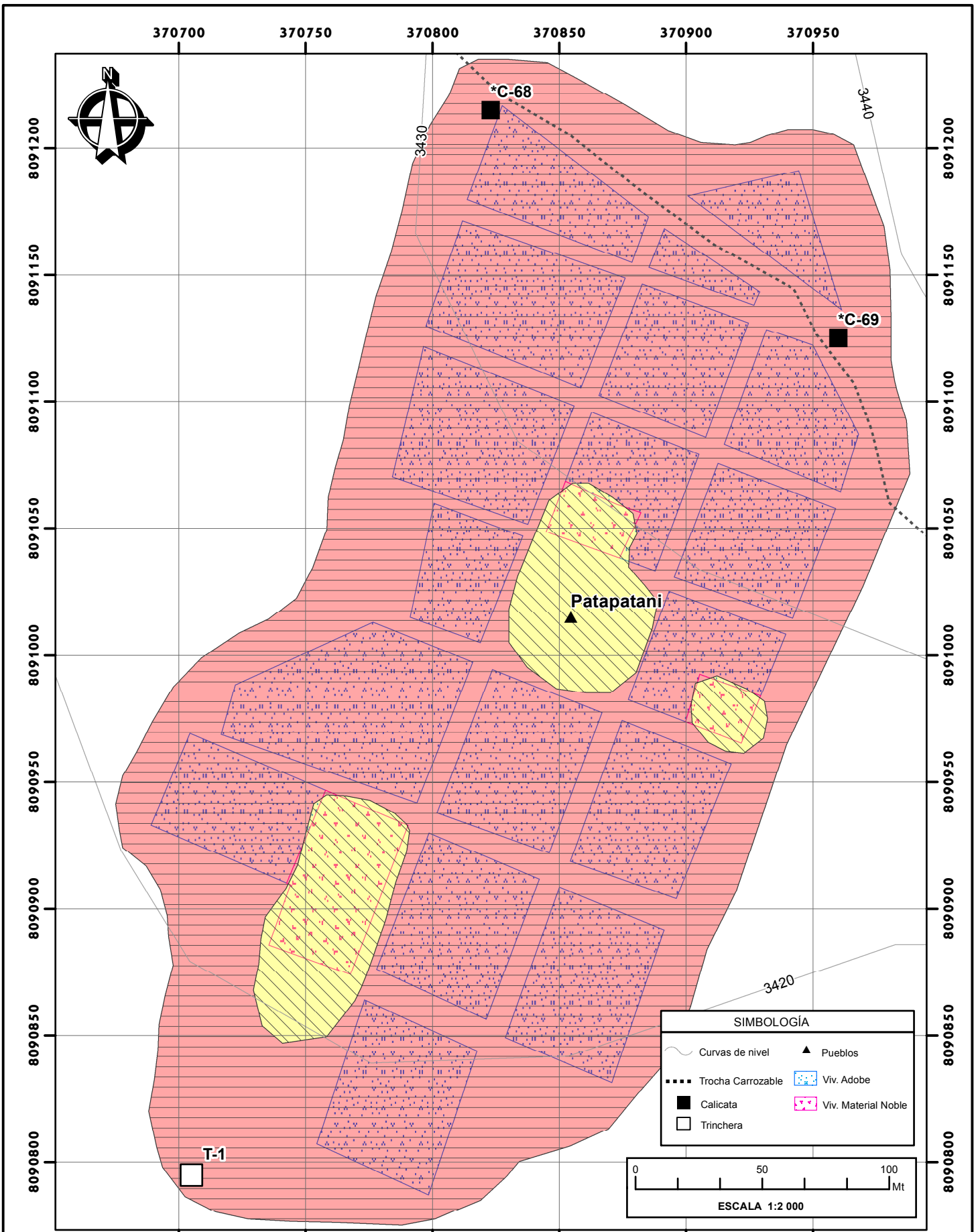
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°: RG-11.3
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR :	Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	
ASESOR :	Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM:	UTM WGS84 - 19 K	
ESCALA:	Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave



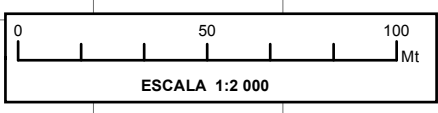
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble
	Trinchera

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA		LÁMINA N°: <h1 style="margin: 0;">RG-12.3</h1>
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE YUCAMANI	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	



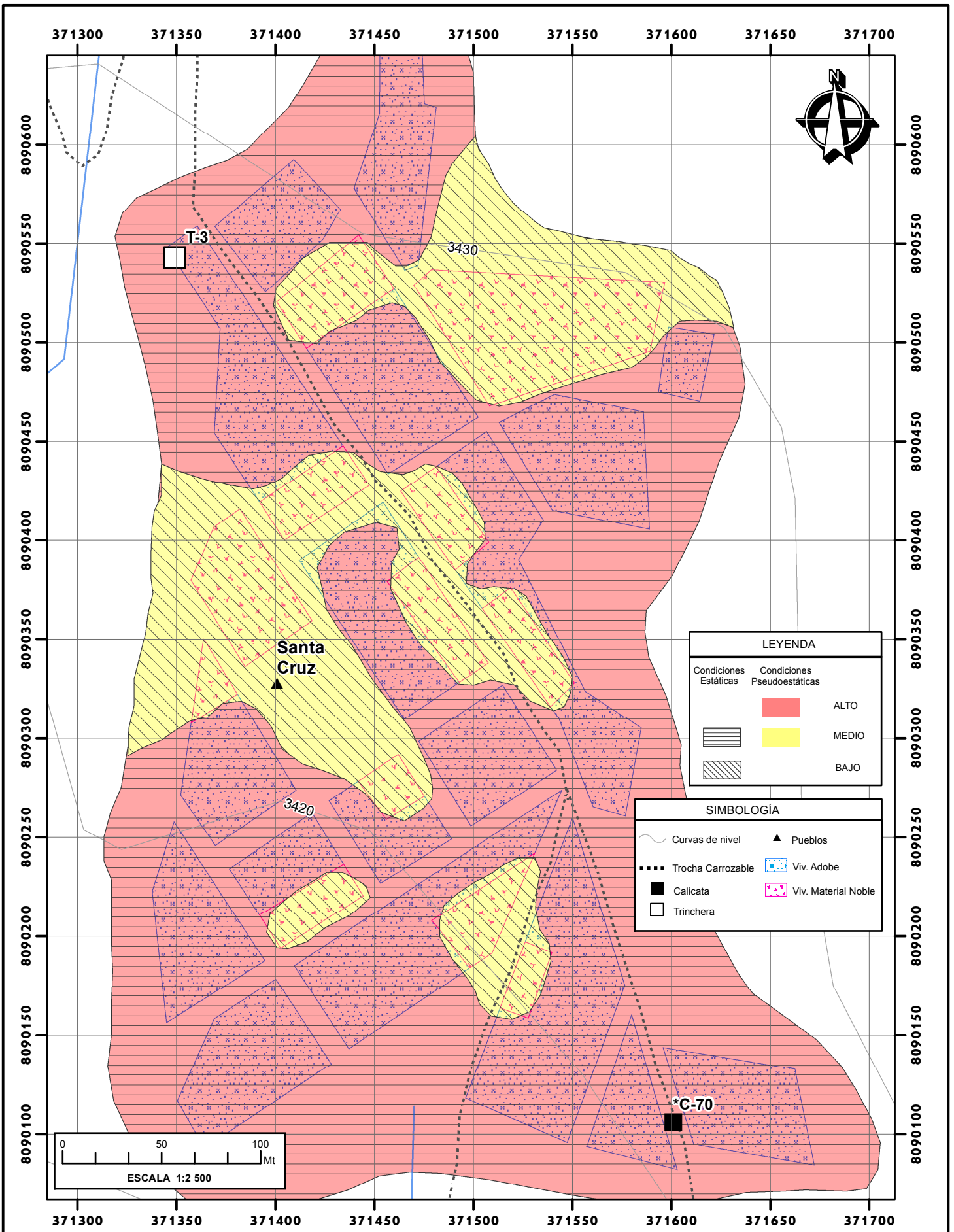
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Trinchera
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble



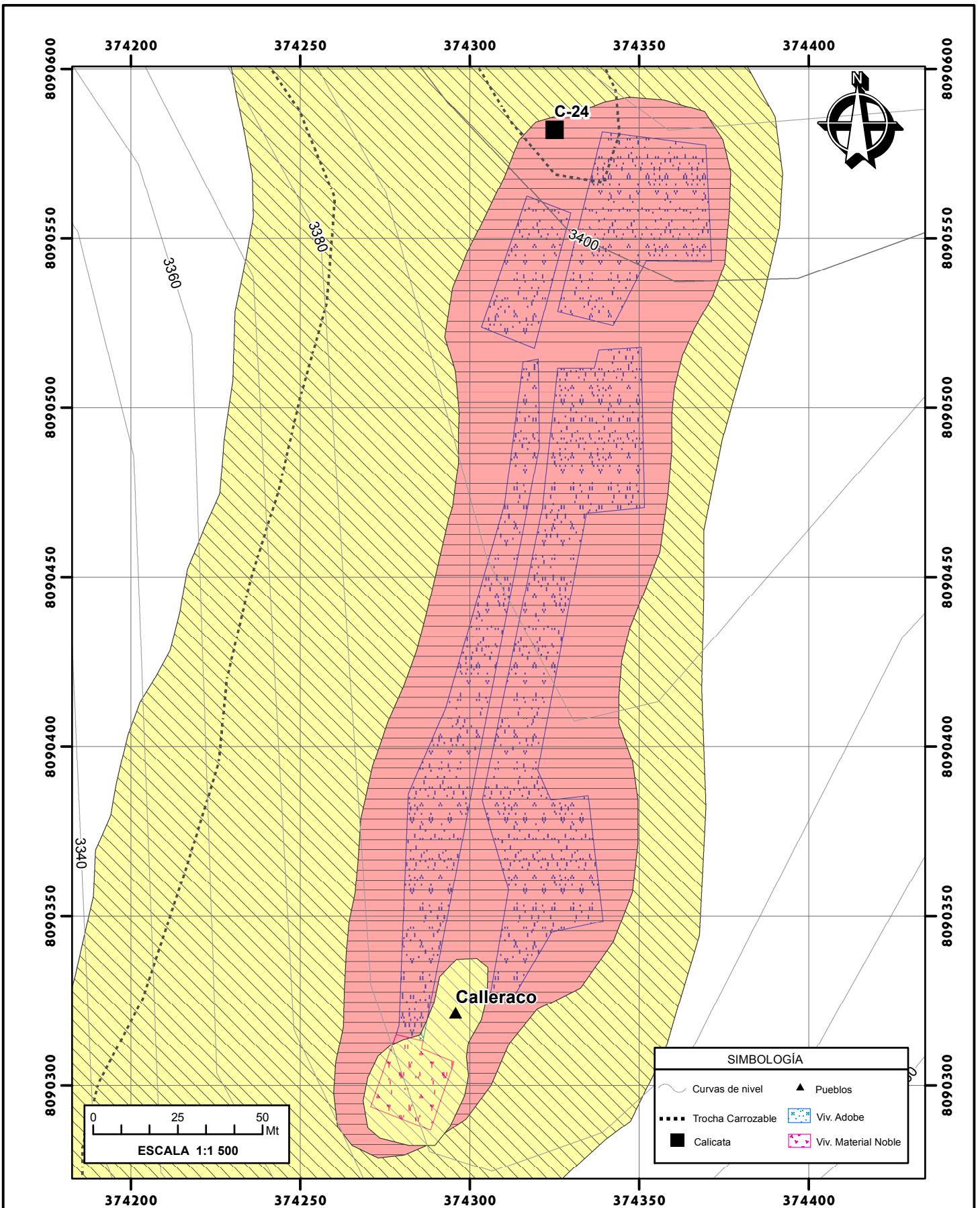
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PATAPATANI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-13.3



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA		RG-14.3
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SANTA CRUZ	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	

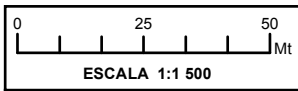
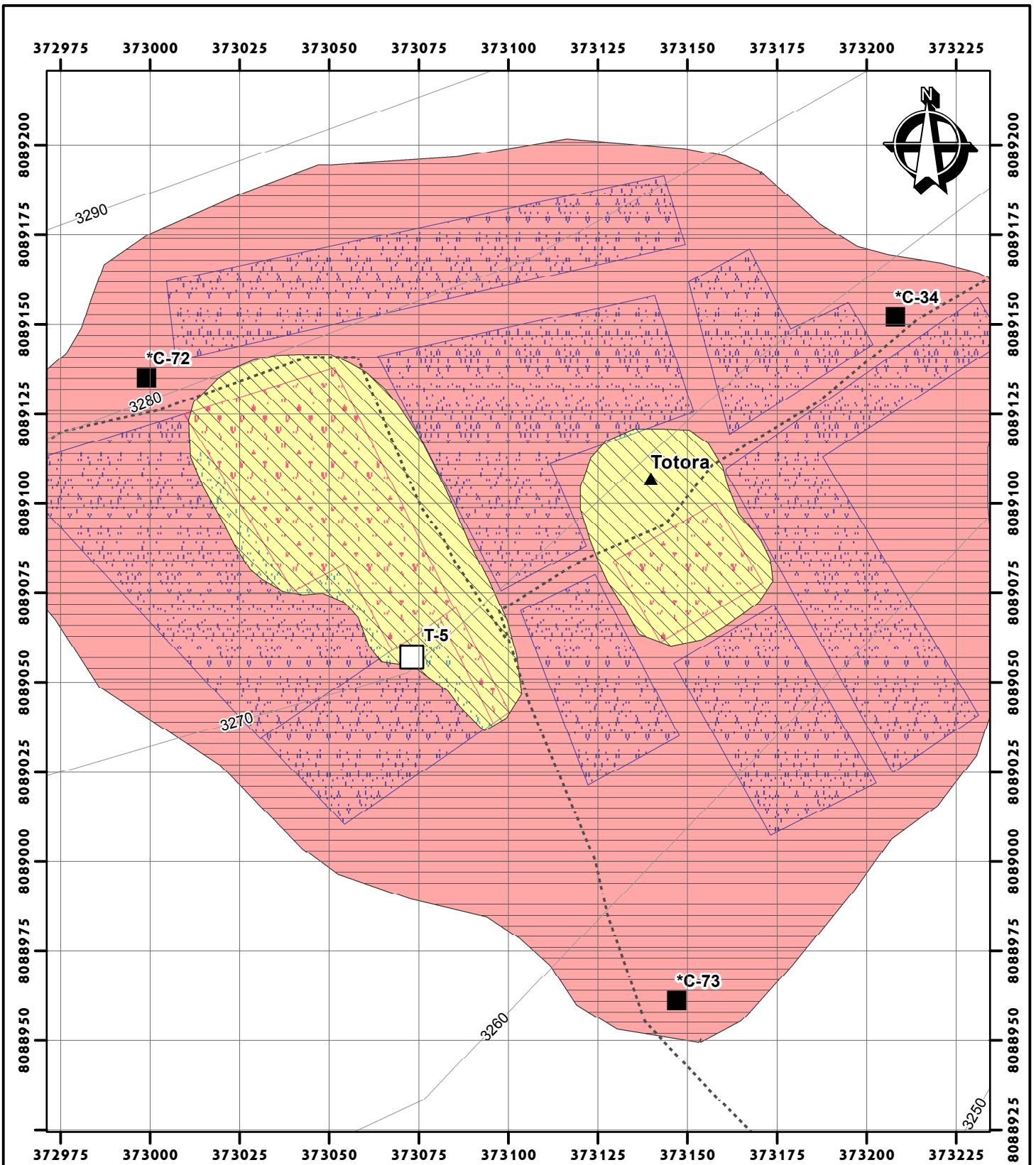


LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE CALLERACO
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

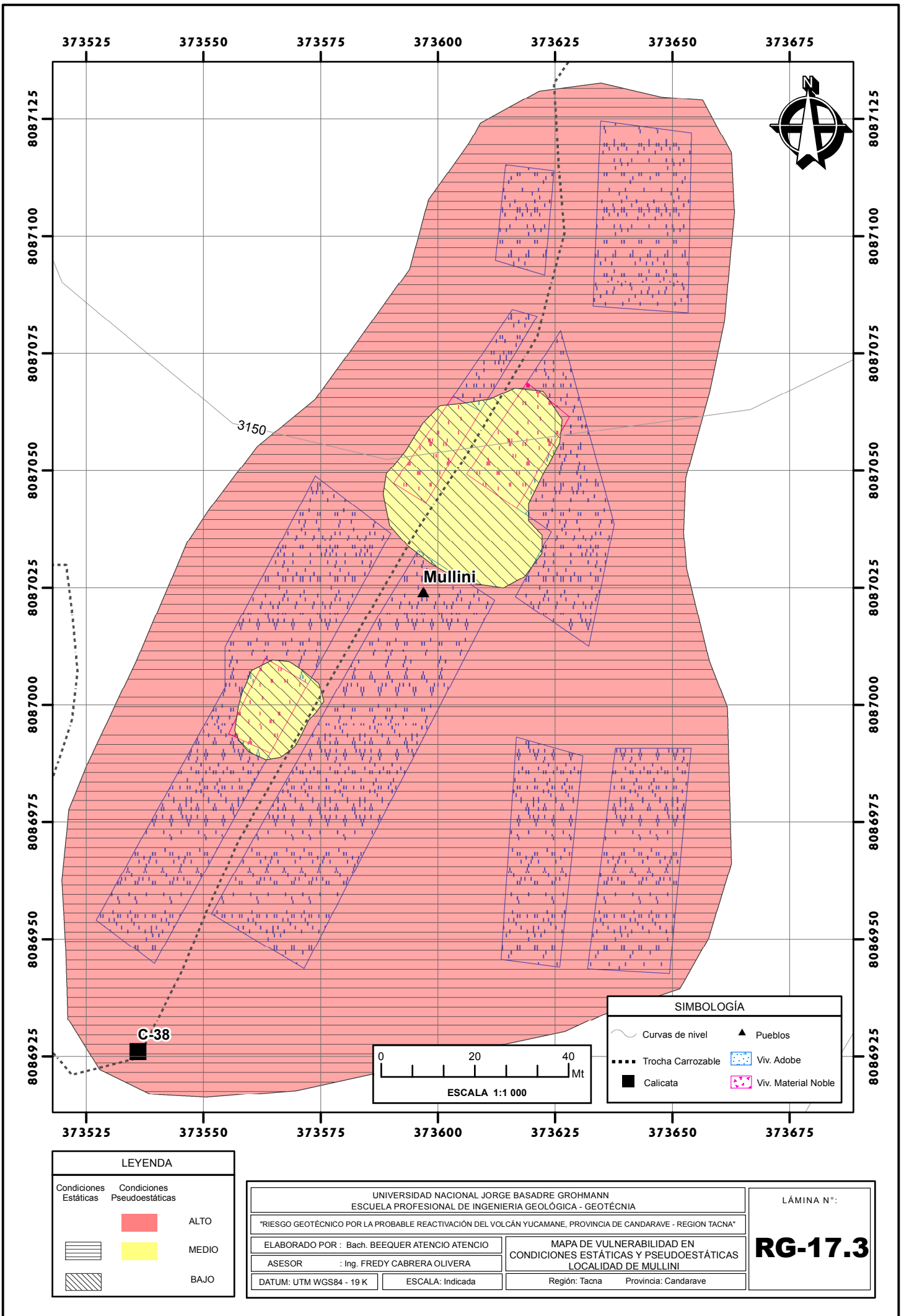
LÁMINA N°:
RG-15.3



SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Trinchera
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		RG-16.3
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TOTORA	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	



373525 373550 373575 373600 373625 373650 373675



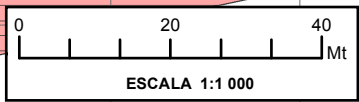
8087125
8087100
8087075
8087050
8087025
8087000
8086975
8086950
8086925

8087125
8087100
8087075
8087050
8087025
8087000
8086975
8086950
8086925

3150

Mullini

C-38

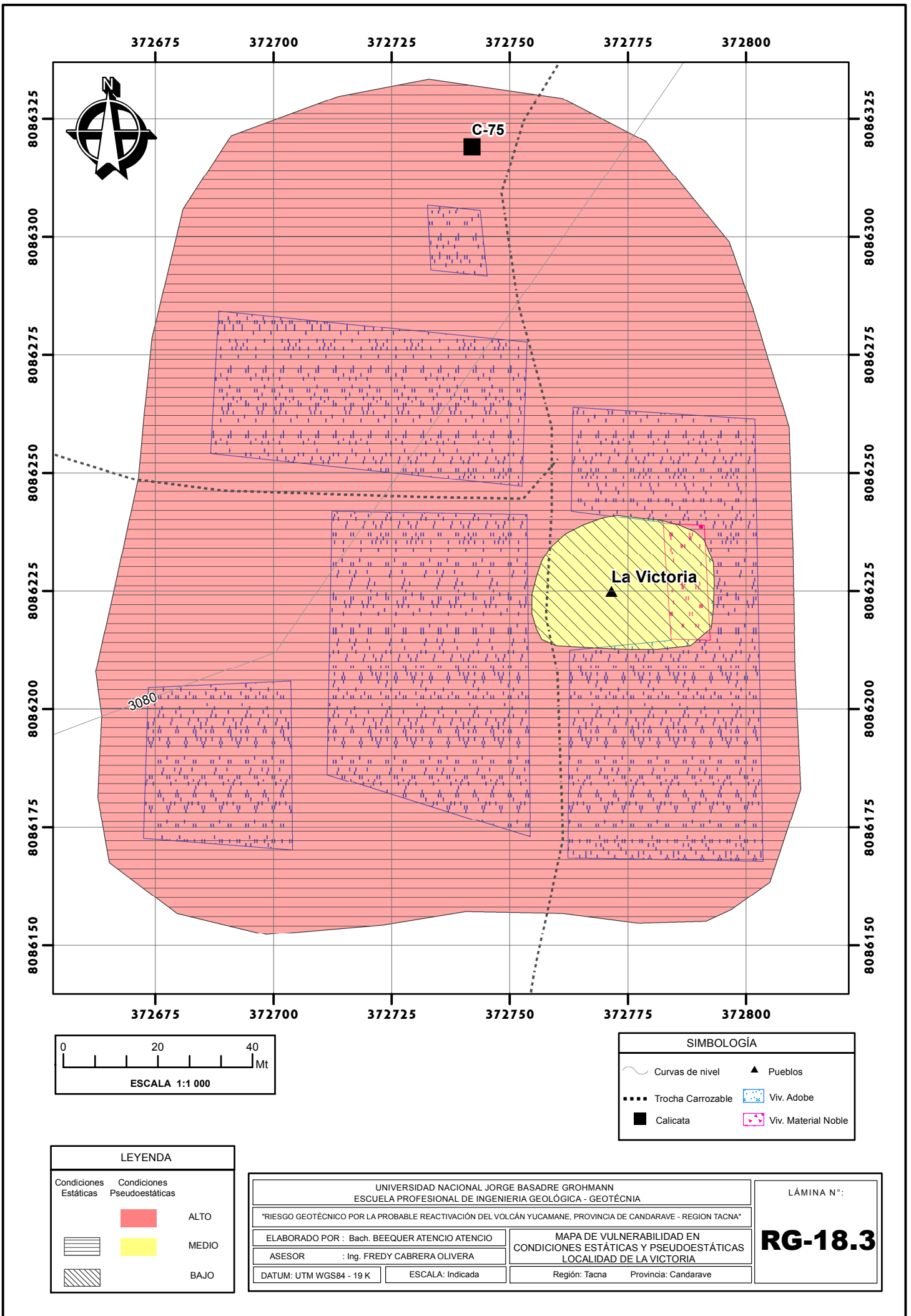


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA	
"RIESGO GEOTECNICO POR LA PROBABLE REACTIVACION DEL VOLCAN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE MULLINI
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-17.3



372675 372700 372725 372750 372775 372800

8086325
8086300
8086275
8086250
8086225
8086200
8086175
8086150

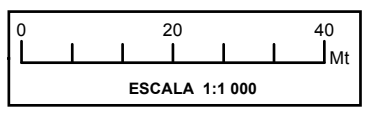
8086325
8086300
8086275
8086250
8086225
8086200
8086175
8086150



C-75

La Victoria

3080

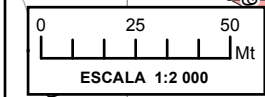
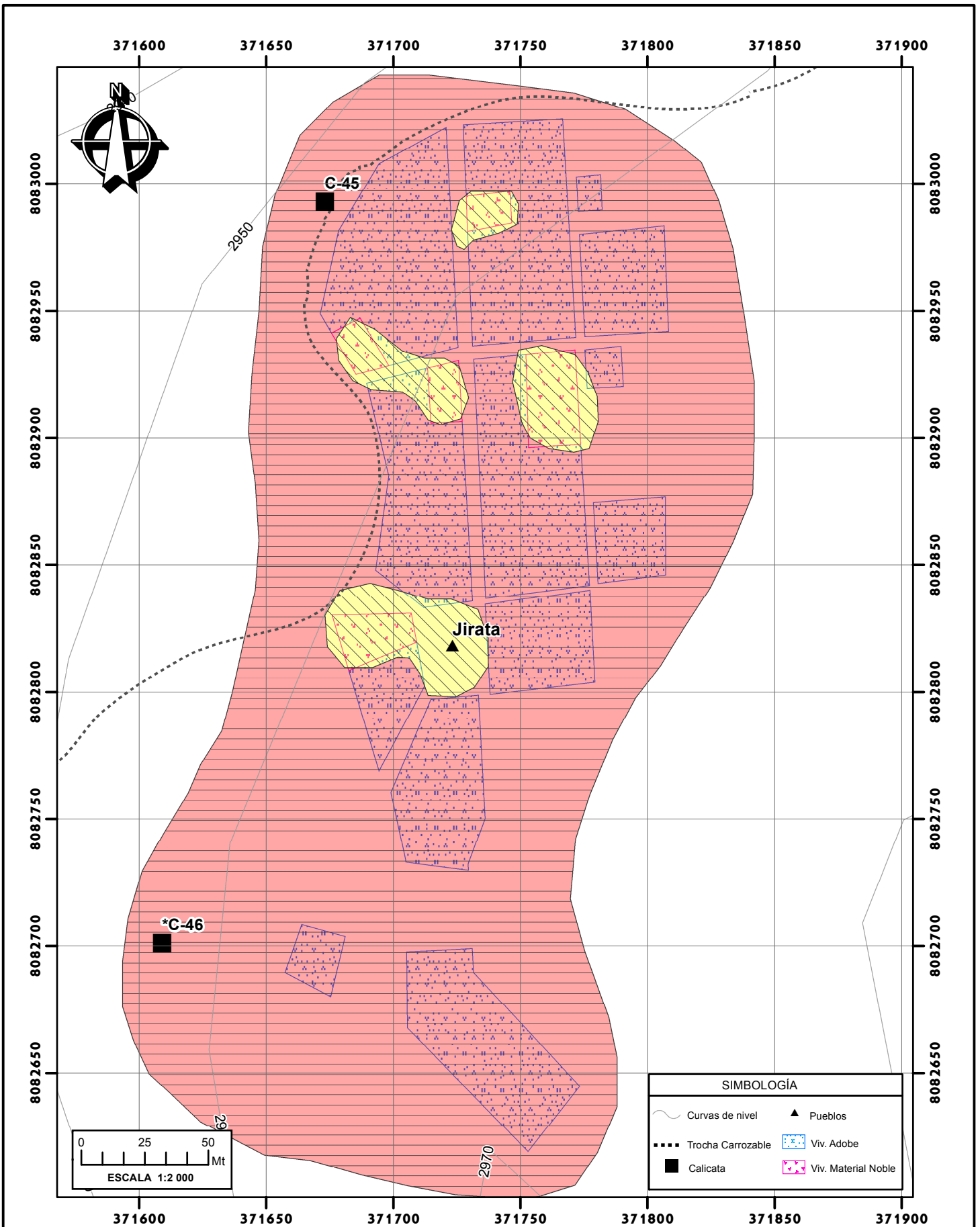


SIMBOLOGIA	
	Curvas de nivel
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE LA VICTORIA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-18.3



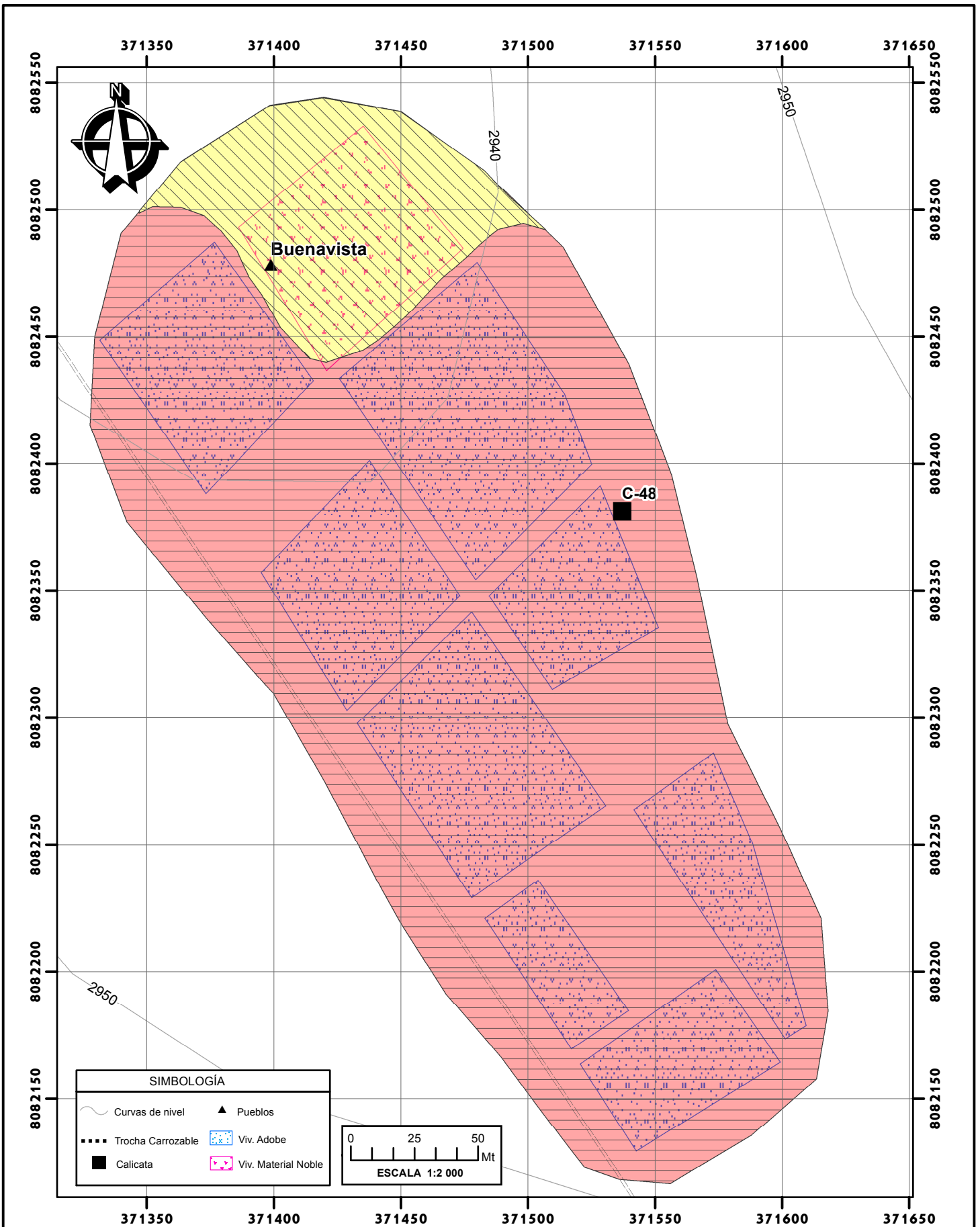
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Calicata
	Trocha Carrozable
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

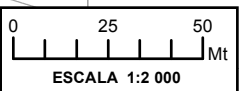
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE JIRATA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:

RG-19.3

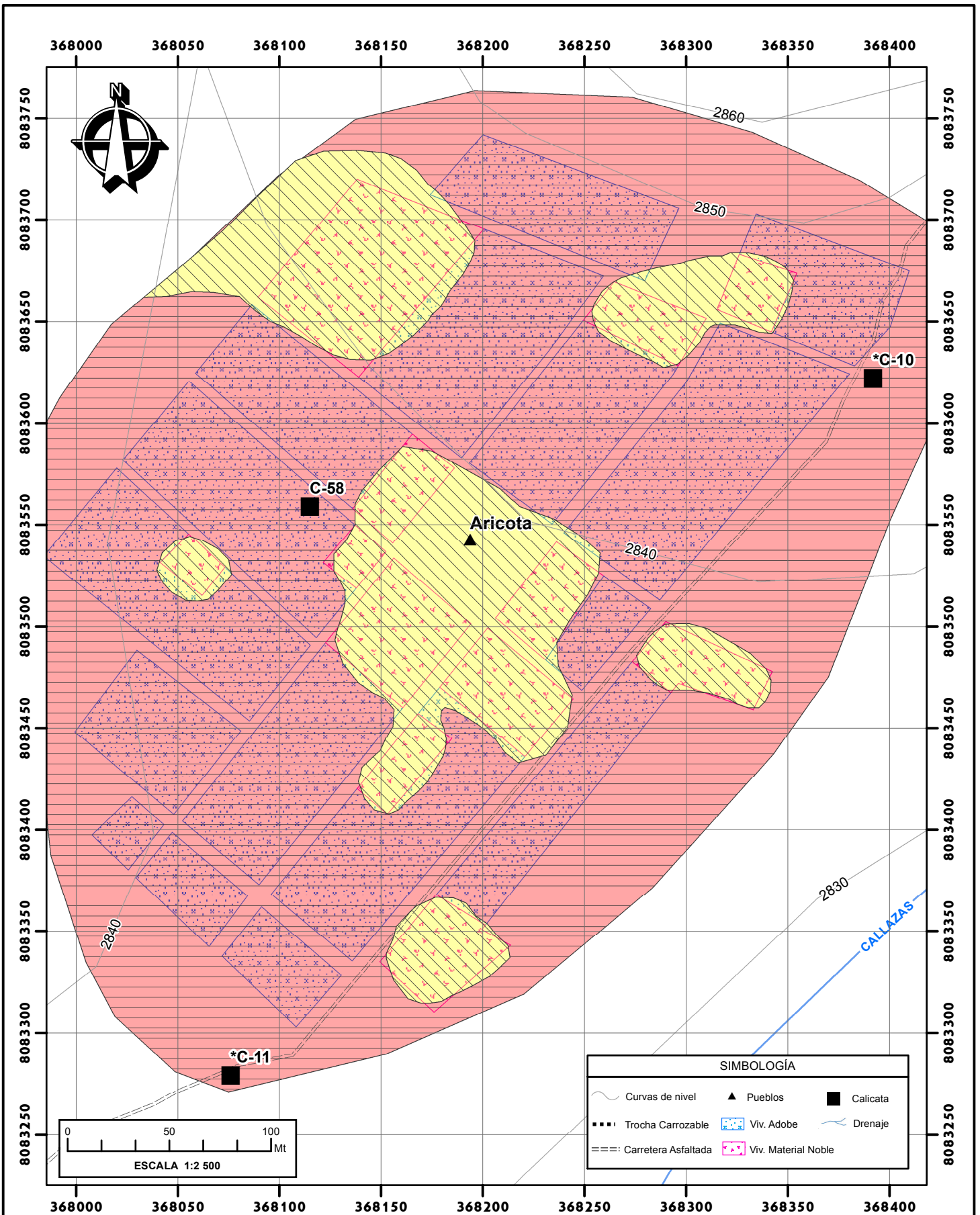


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE BUENAVISTA	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	RG-20.3	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave

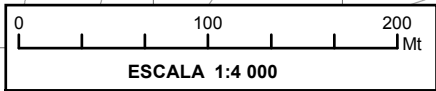
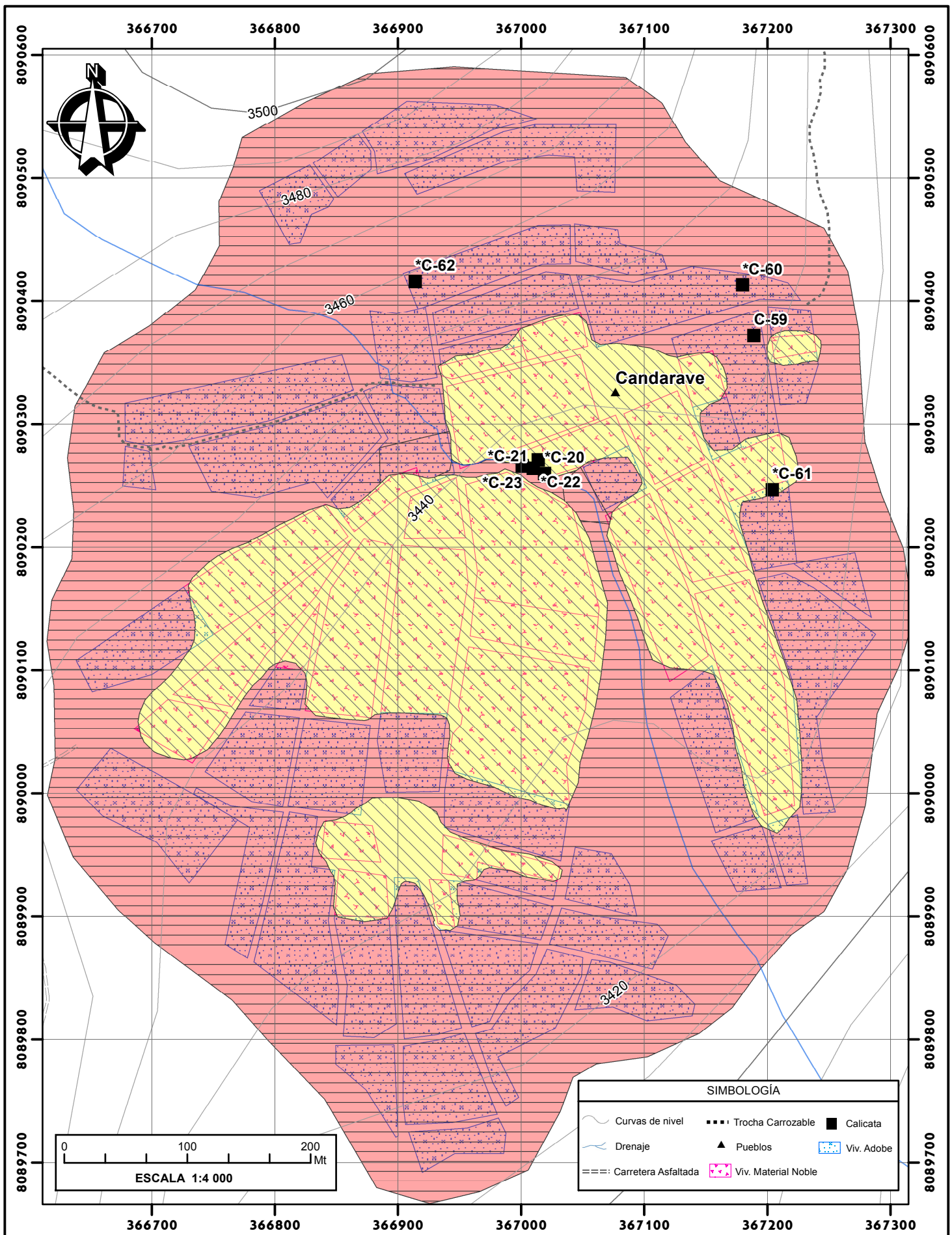


LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
[Red box]	[Red box]	ALTO
[Yellow box]	[Yellow box]	MEDIO
[Hatched box]	[Hatched box]	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO		MAPA DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE ARICOTA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave

RG-21.3

MAPAS DE RIESGO

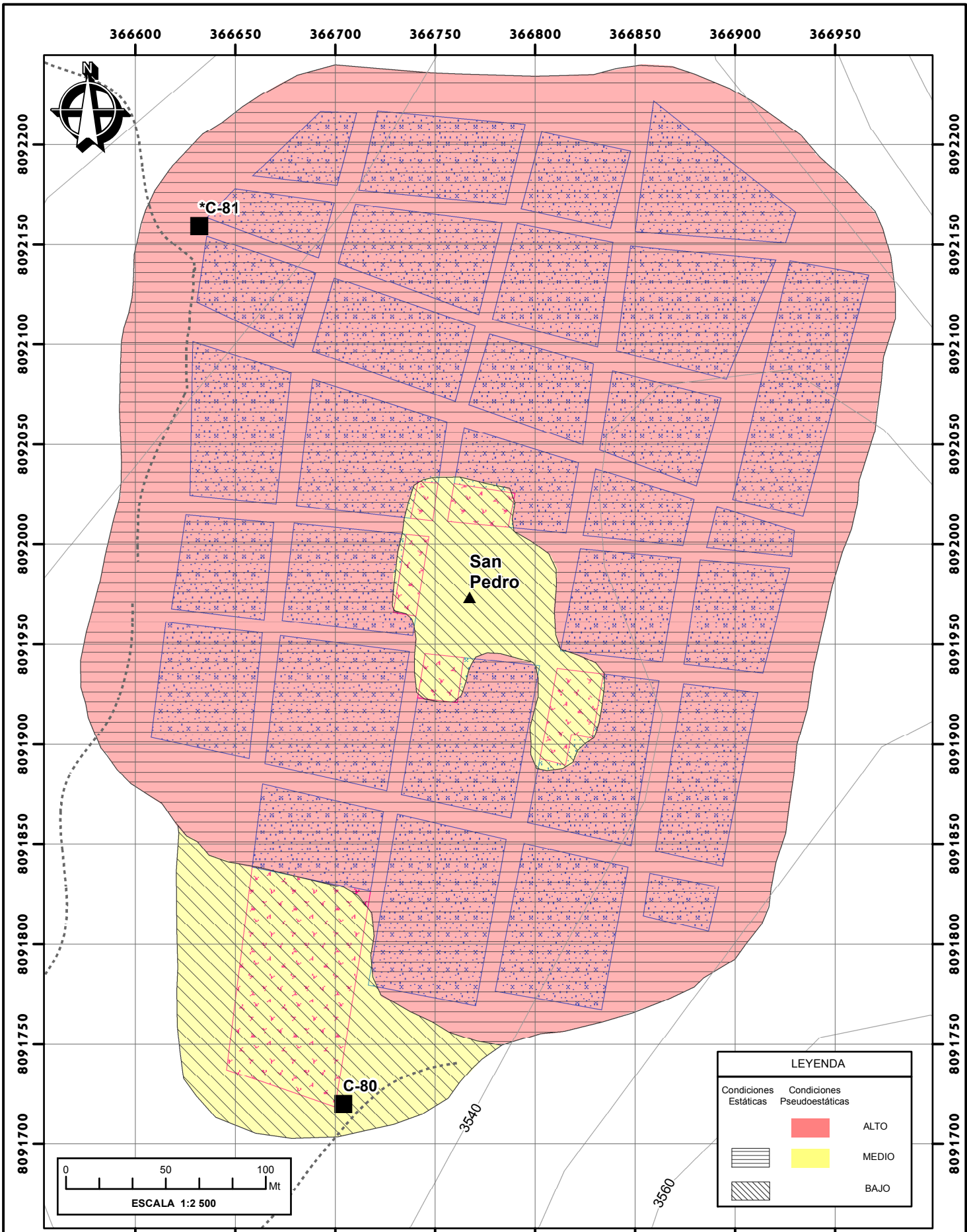


SIMBOLOGÍA					
	Curvas de nivel		Trocha Carrozable		Calicata
	Drenaje		Pueblos		Viv. Adobe
	Carretera Asfaltada		Viv. Material Noble		

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE CANDARAVE
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-7.4



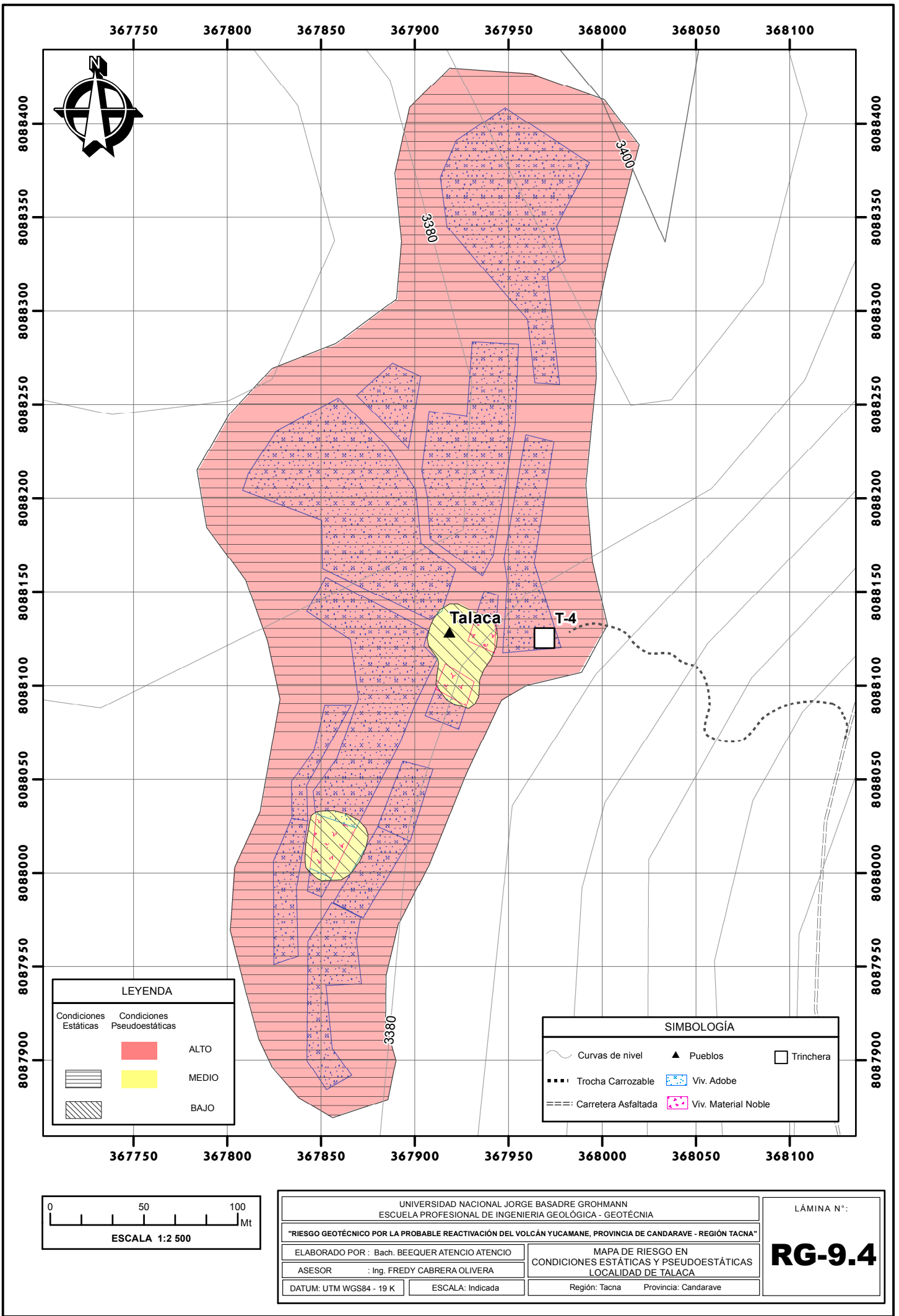
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE SAN PEDRO
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:

RG-8.4



367750 367800 367850 367900 367950 368000 368050 368100

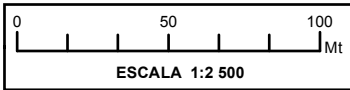
8088400
8088350
8088300
8088250
8088200
8088150
8088100
8088050
8088000
8087950
8087900

8088400
8088350
8088300
8088250
8088200
8088150
8088100
8088050
8088000
8087950
8087900

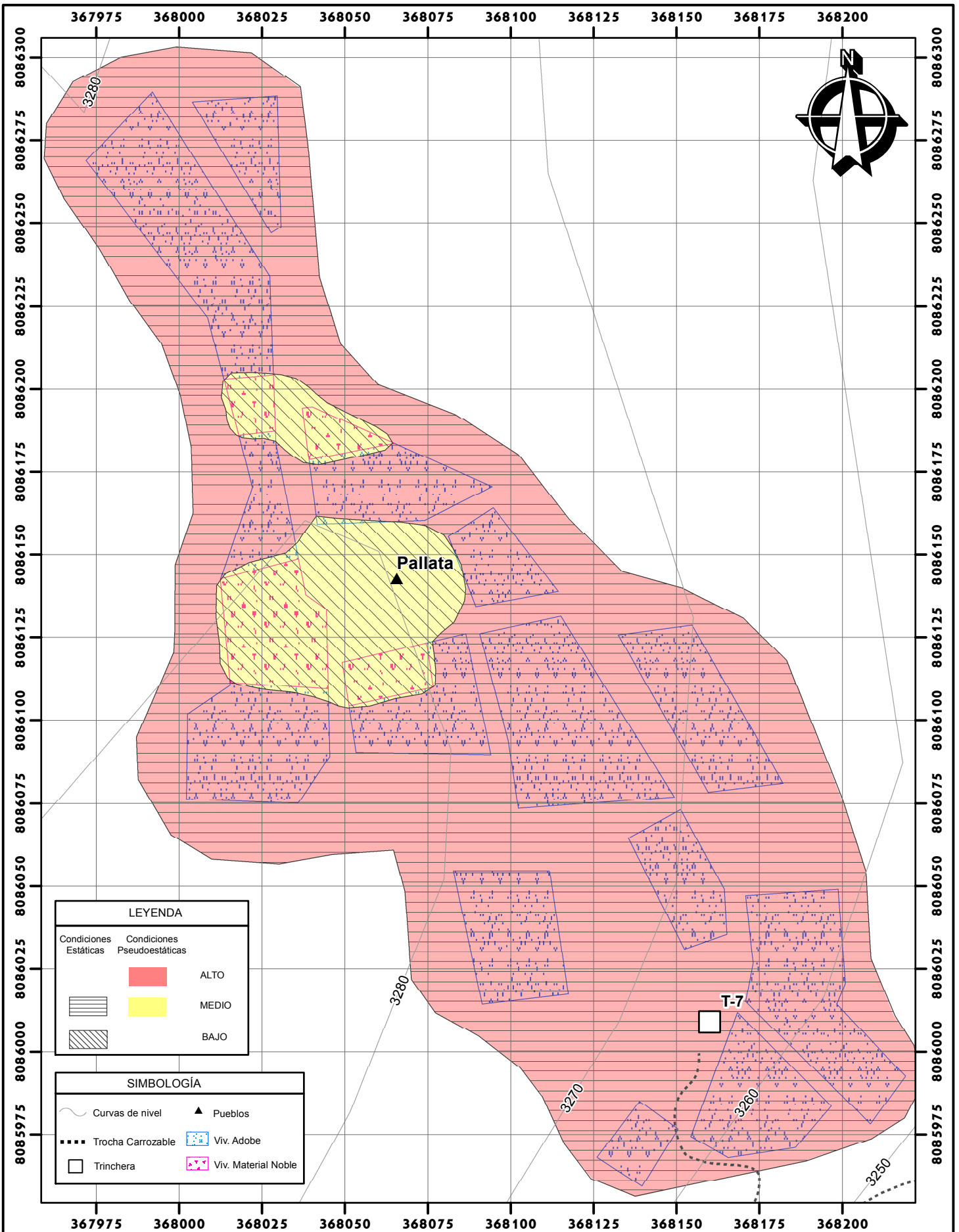


LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

SIMBOLOGÍA			
	Curvas de nivel		Pueblos
	Trocha Carrozable		Viv. Adobe
	Carretera Asfaltada		Viv. Material Noble
			Trincheras

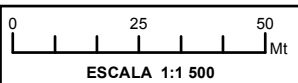


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°: <h1 style="margin: 0;">RG-9.4</h1>
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"		
ELABORADO POR :	Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	
ASESOR :	Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM:	UTM WGS84 - 19 K	
ESCALA:	Indicada	
MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TALACA		
Región: Tacna Provincia: Candarave		



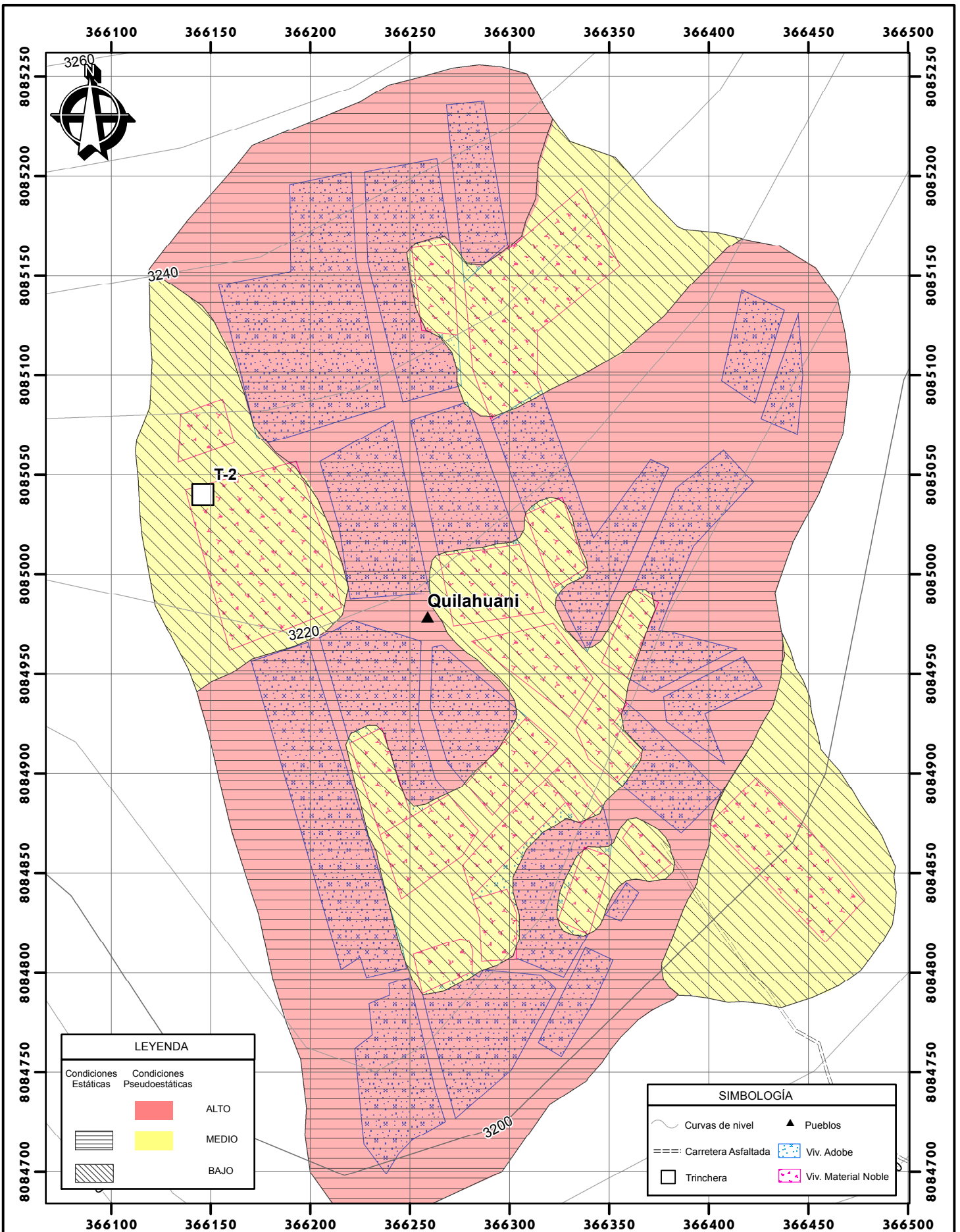
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
ALTO	MEDIO
BAJO	

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Trinchera
	Viv. Material Noble



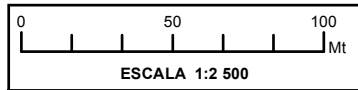
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PALLATA	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave

RG-10.4



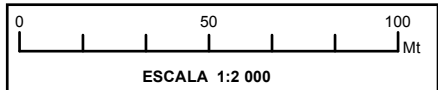
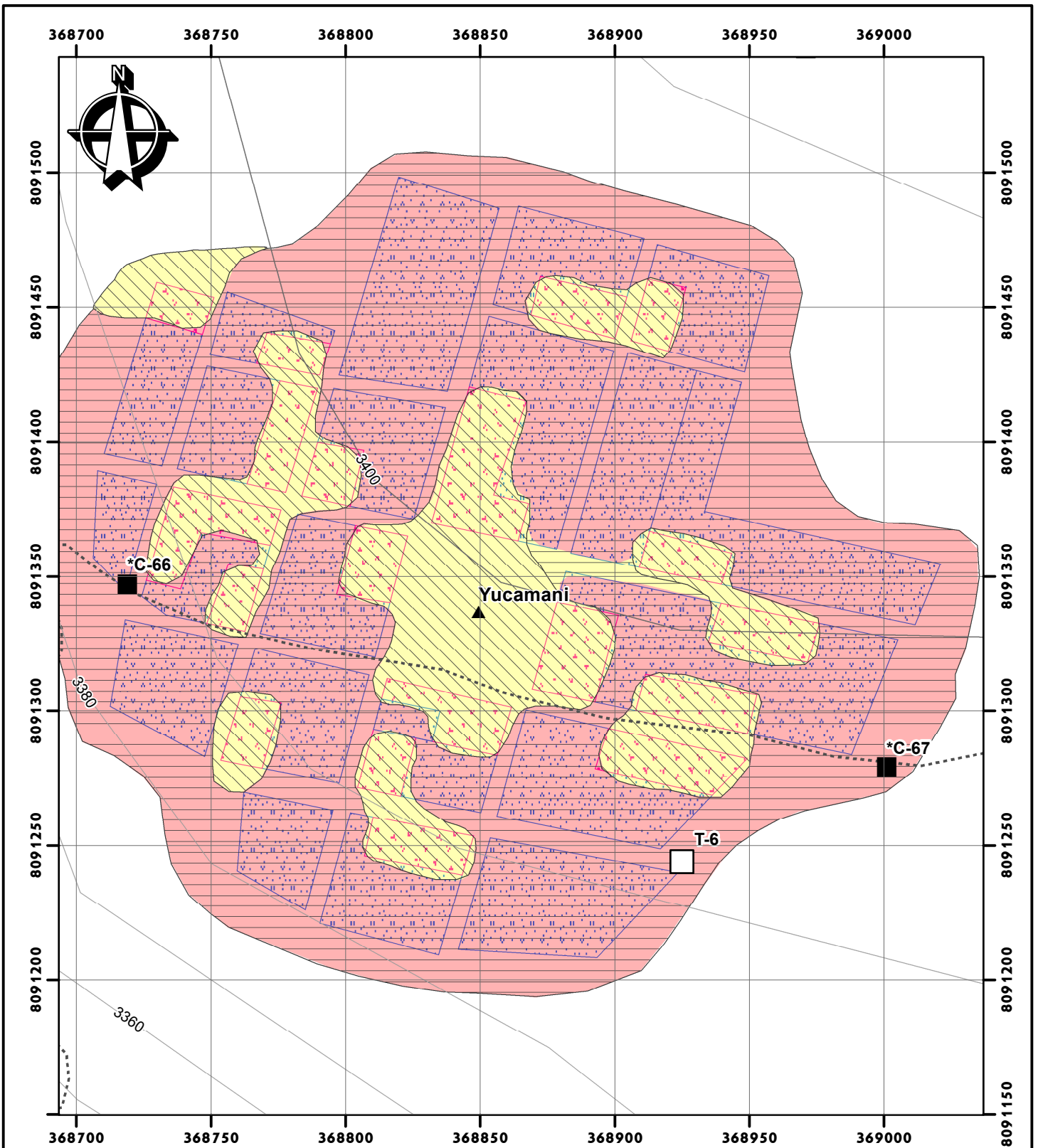
LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Carretera Asfaltada
	Trinchera
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE QUILAHUANI	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	Región: Tacna Provincia: Candarave

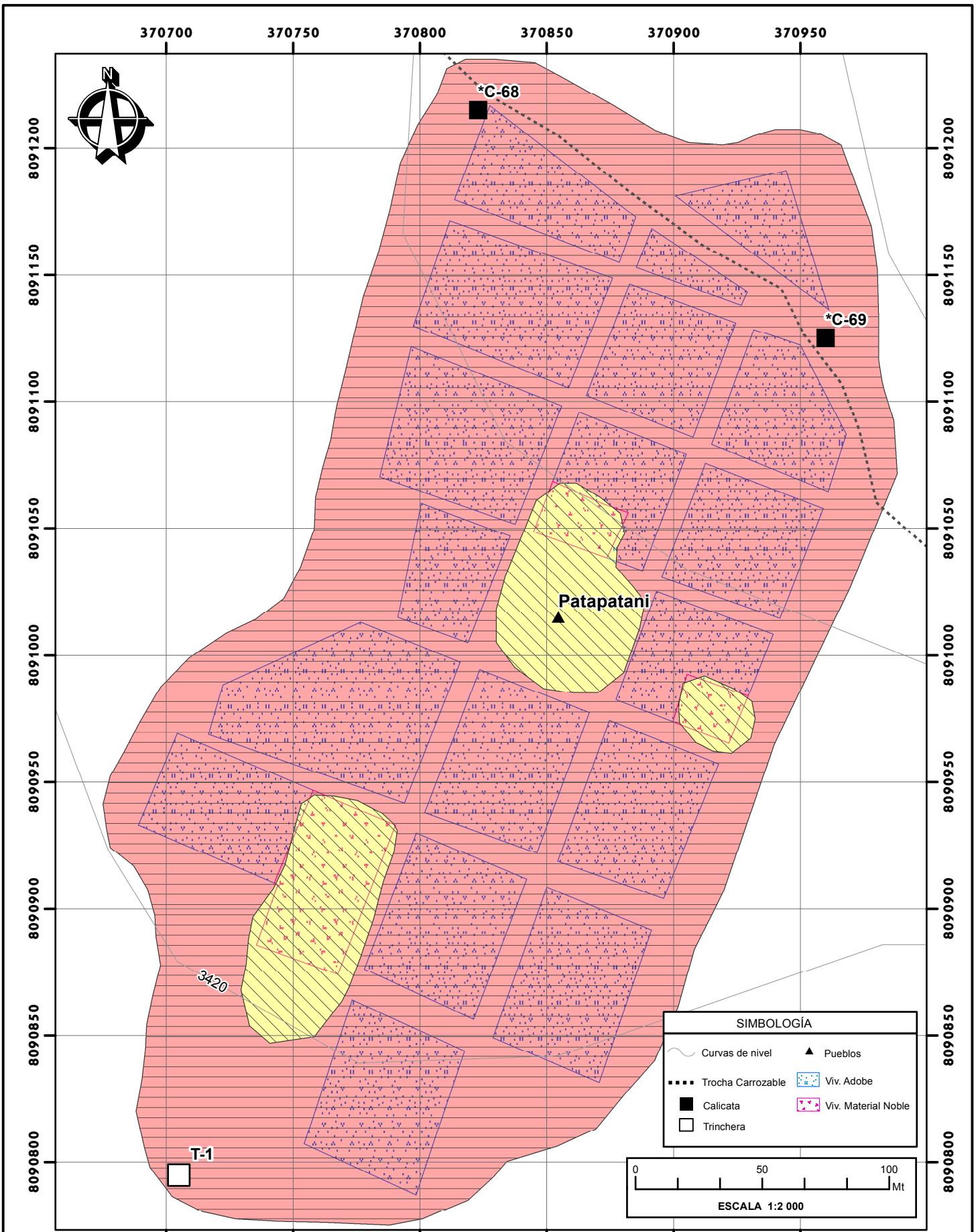
RG-11.4



LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

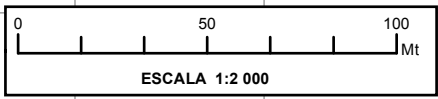
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Trinchera
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA		LÁMINA N°: <h1 style="margin: 0;">RG-12.4</h1>
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE YUCAMANI	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	

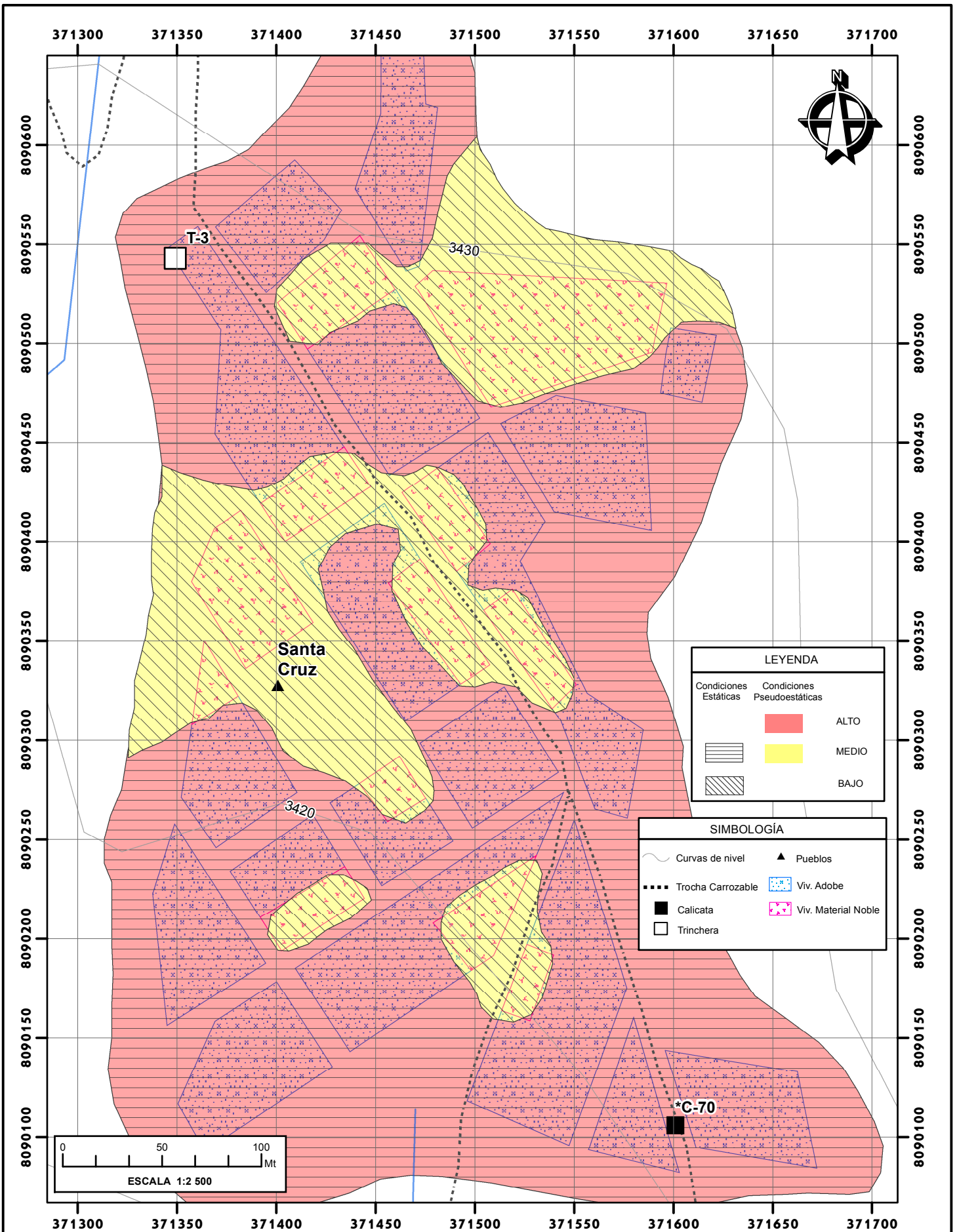


LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Calicata
	*C-68
	*C-69
	Trinchera
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble
	Trocha Carrozable

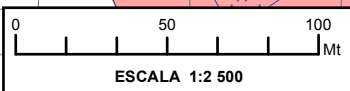


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°: RG-13.4
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGIÓN TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE PATAPATANI	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	



LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
[Red fill]	ALTO
[Yellow fill]	MEDIO
[Blue fill]	BAJO

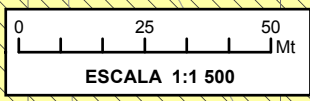
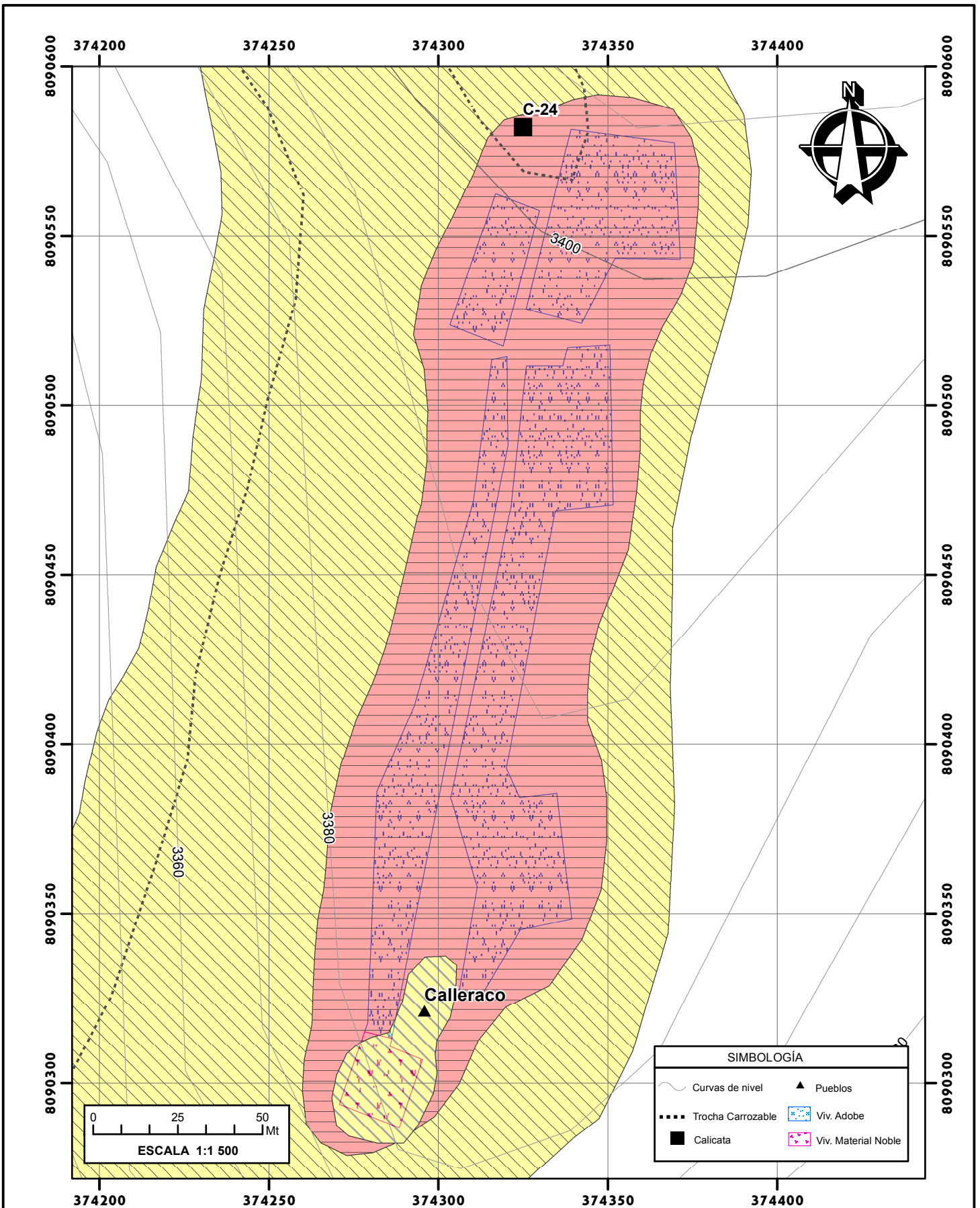
SIMBOLOGÍA	
[Dashed line]	Trocha Carrozable
[Solid line]	Calicata
[White square]	Trincheras
[Triangle]	Pueblos
[Blue cross-hatch]	Viv. Adobe
[Pink cross-hatch]	Viv. Material Noble
[Wavy line]	Curvas de nivel



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA			
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"			
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO		MAPA DE RIESGO EN	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K		ESCALA: Indicada	
		Región: Tacna Provincia: Candarave	

LÁMINA N°:

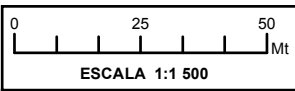
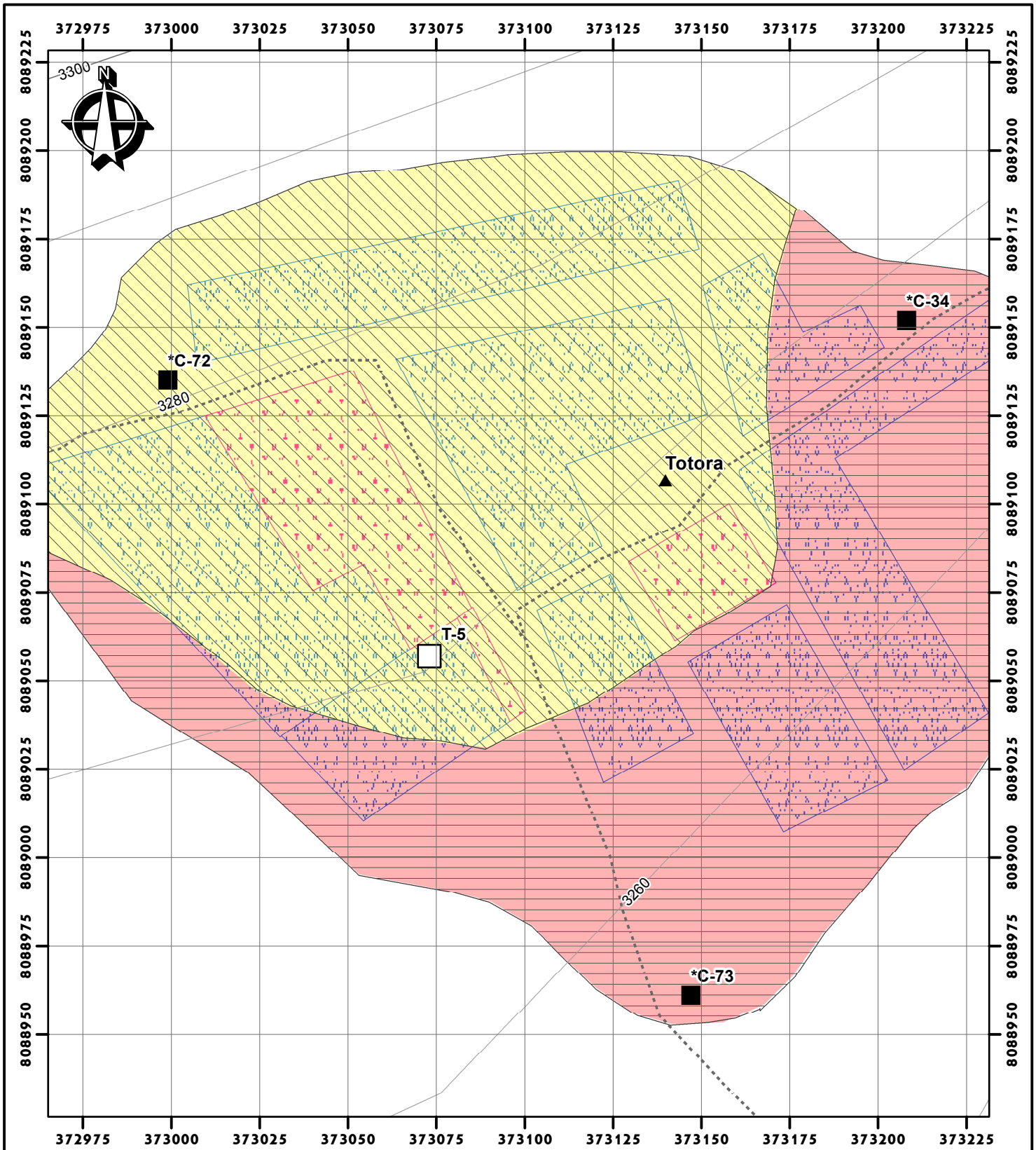
RG-14.4



SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°: <h1>RG-15.4</h1>
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	
Región: Tacna		Provincia: Candarave

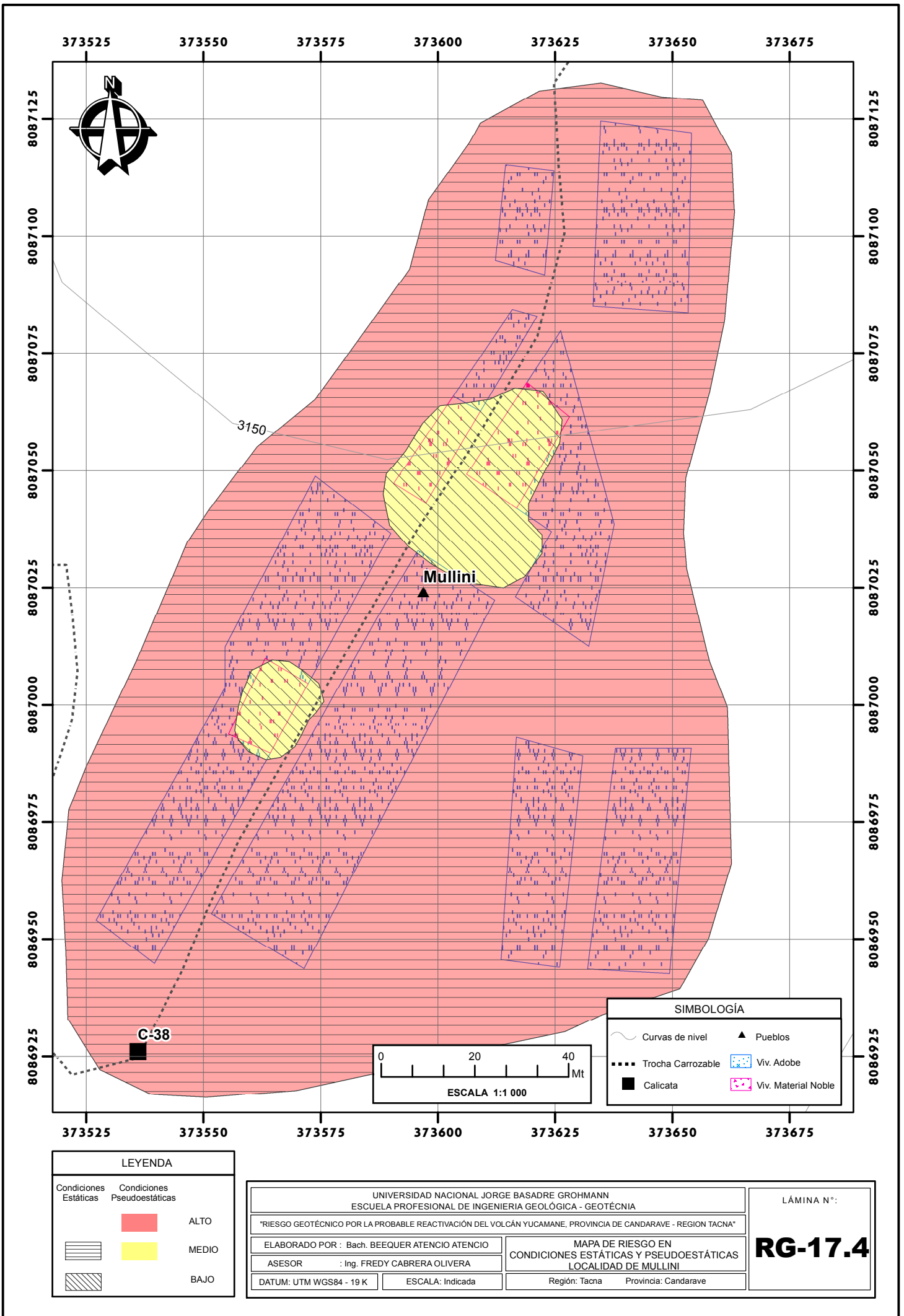


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Trocha Carrozable
	Calicata
	Trinchera
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

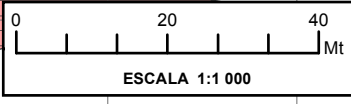
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE TOTORA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-16.4

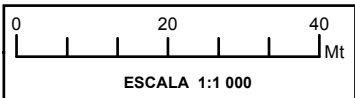
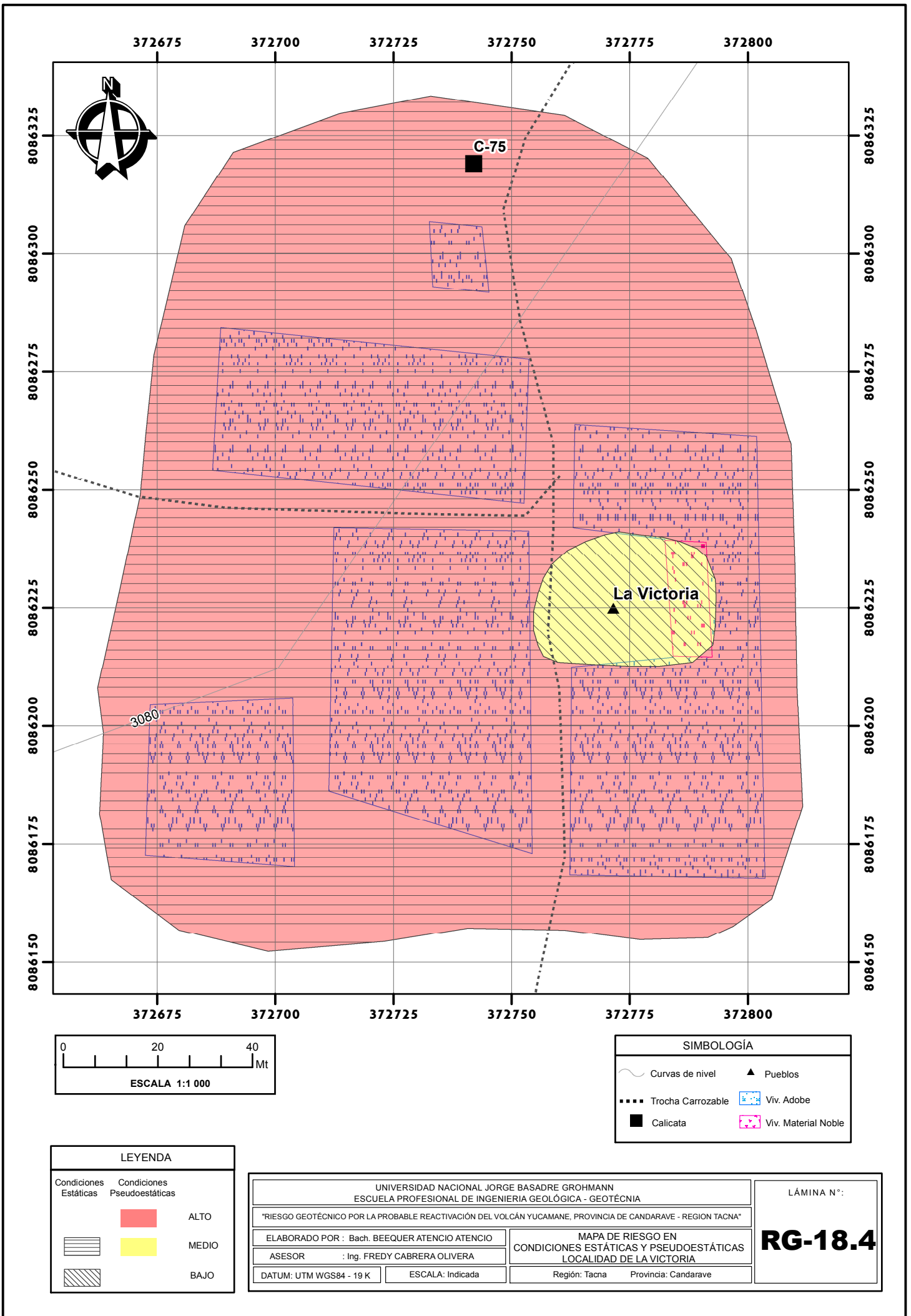


LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA		LÁMINA N°:
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"		
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN	
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS	
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada	LOCALIDAD DE MULLINI
	Región: Tacna	Provincia: Candarave
		RG-17.4

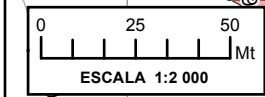
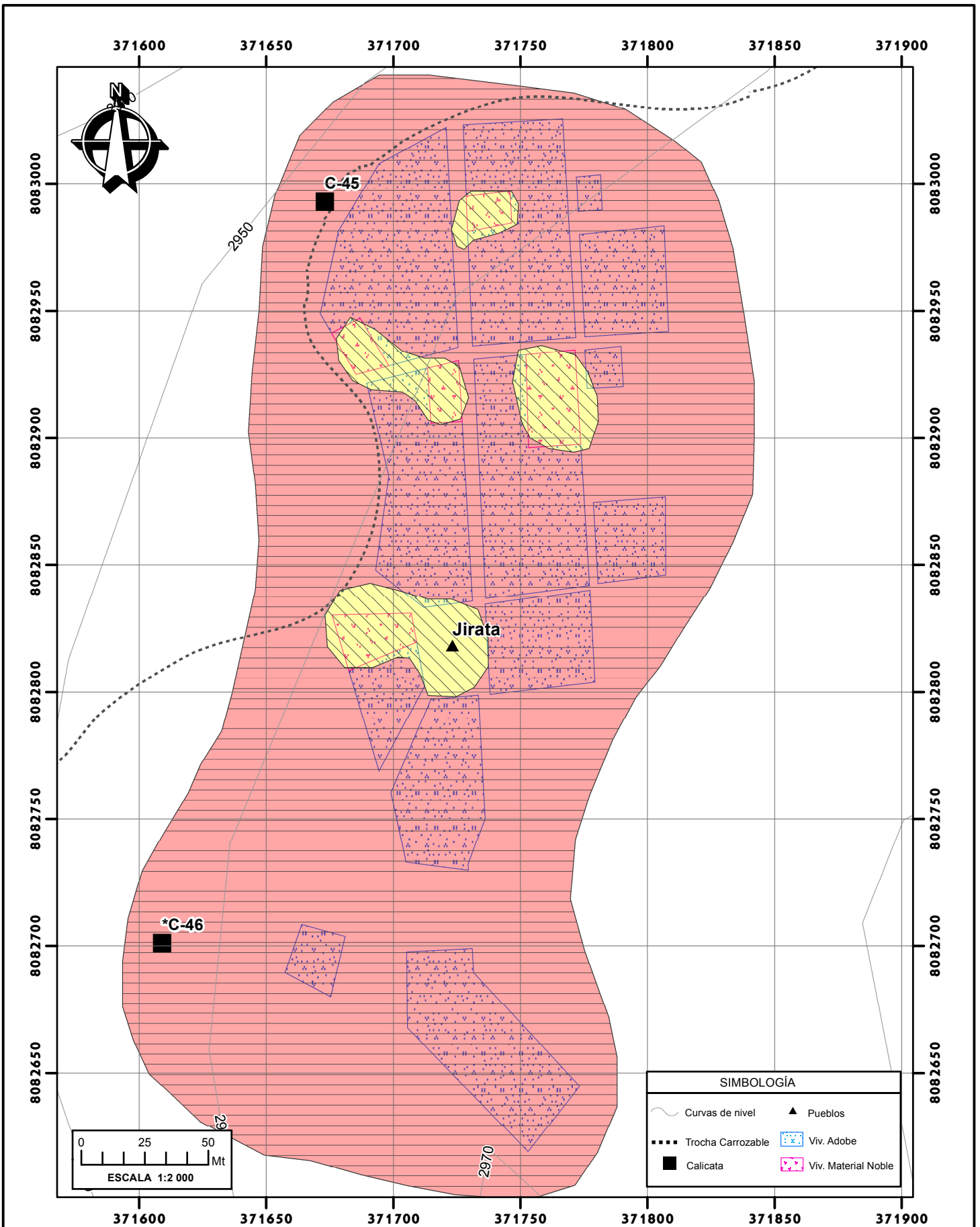


SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble

LEYENDA	
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas
	ALTO
	MEDIO
	BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE LA VICTORIA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-18.4



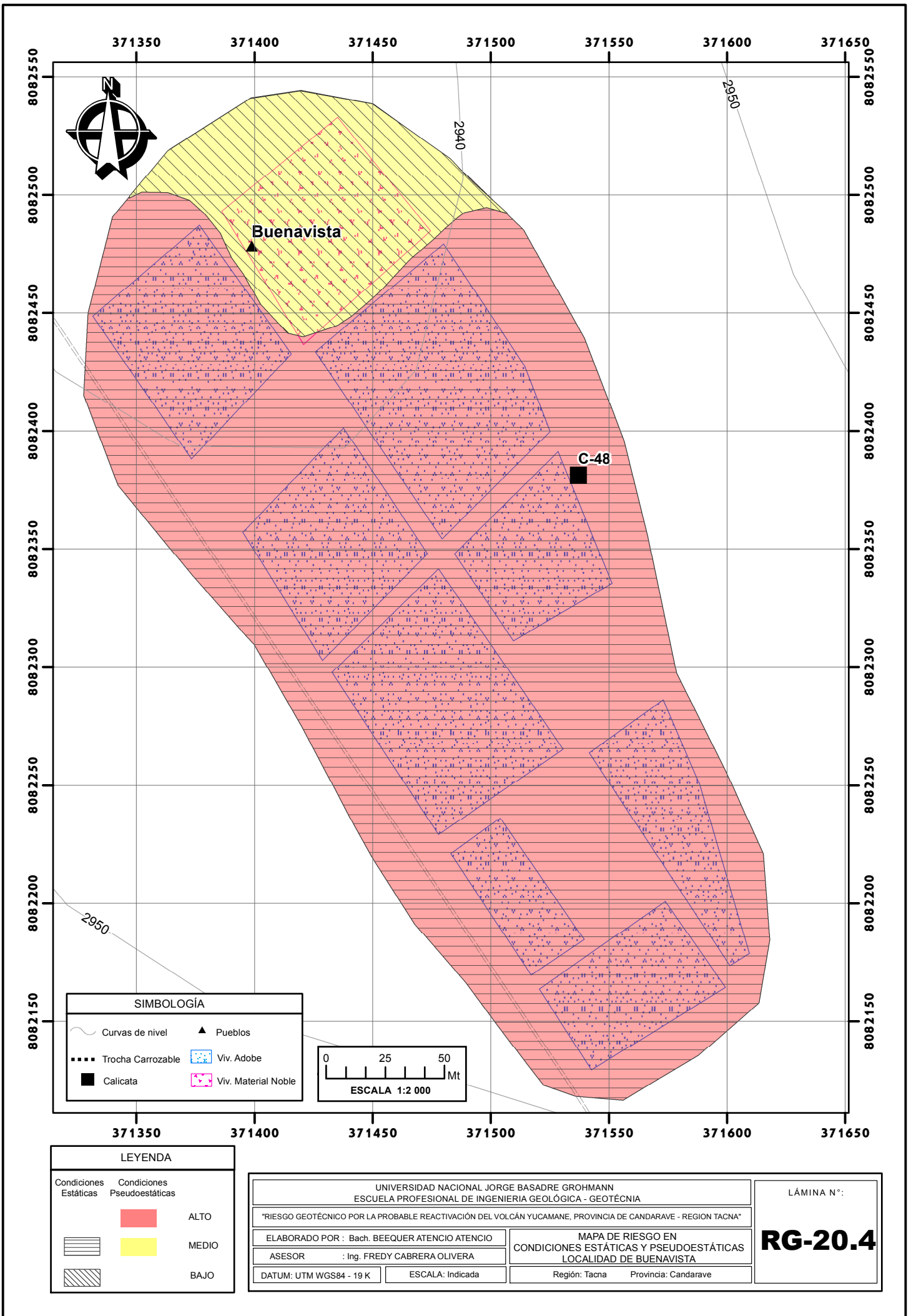
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Calicata
	Trocha Carrozable
	Pueblos
	Viv. Adobe
	Viv. Material Noble

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

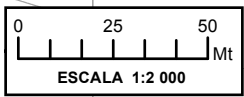
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE JIRATA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:

RG-19.4



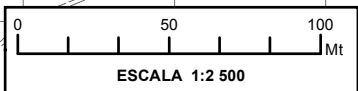
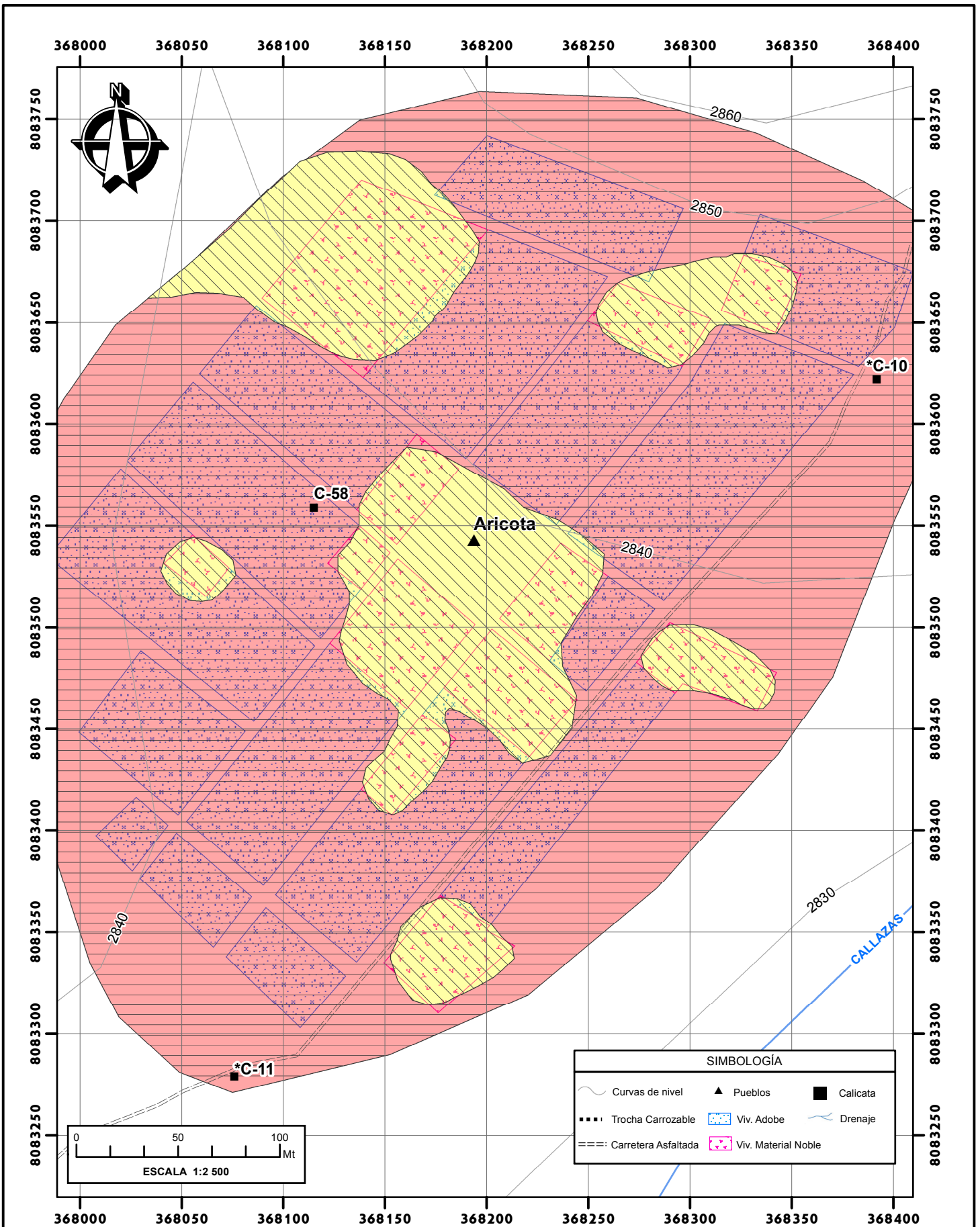
SIMBOLOGÍA	
	Curvas de nivel
	Pueblos
	Trocha Carrozable
	Viv. Adobe
	Calicata
	Viv. Material Noble



LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCIO ATENCIO	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE BUENAVISTA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-20.4



SIMBOLOGÍA		
	Curvas de nivel	
	Trocha Carrozable	
	Carretera Asfaltada	
	Viv. Adobe	
	Viv. Material Noble	
	Calicata	
		Drenaje

LEYENDA		
Condiciones Estáticas	Condiciones Pseudoestáticas	
		ALTO
		MEDIO
		BAJO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA - GEOTÉCNIA	
"RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE - REGION TACNA"	
ELABORADO POR : Bach. BEEQUER ATENCION ATENCION	MAPA DE RIESGO EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS LOCALIDAD DE ARICOTA
ASESOR : Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	Región: Tacna Provincia: Candarave
DATUM: UTM WGS84 - 19 K	ESCALA: Indicada

LÁMINA N°:
RG-21.4

MECÁNICA DE SUELOS

RECORD DE EXCAVACIONES

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA

C-59

HOJA:

01

DE:

15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Candarave – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

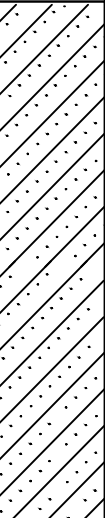
NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.20 metros

COODENADAS:

ESTE : 367189 m

NORTE : 8090372 m

PROF. (m)	GRÁFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material en estado de compactación media a suelta, y compactación media, con clastos redondeados a subredondeados menores, con presencia de gravas de origen volcanico.	SM-SP	10	10	70	10			0,5
1,0		Presenta humedad media a alta, no presenta oxidaciones ni nivel freático.								1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA

C-80

HOJA: 02 DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de San Pedro – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.20 metros

COODENADAS:

ESTE : 366704 m

NORTE : 8091720 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material en estado de compactación suelta, con clastos redondeados a subredondeados, con presencia en su mayoría de arenas y gravas de origen volcánico.	SM-SP	10	10	50	30			0,5
1,0		Presenta humedad media a alta, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.								1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA

T-04

HOJA:

03

DE:

15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Talaca – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

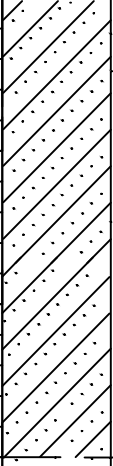
NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.50 metros

COORDENADAS:

ESTE : 367985 m

NORTE : 8088127 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material en estado de compactación media, con clastos subangulosos a subredondeados, color beige, con presencia en su mayoría de arenas y gravas de origen volcánico. Presenta humedad media, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.	SM-SP	5	10	60	20	5		
1,0										
1,5										
2,0										
2,5										

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA	CALICATA T-07	
	HOJA: 04	DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Pallata – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.20 metros

COORDENADAS:

ESTE : 368160 m

NORTE : 8086009 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material en estado de compactación media, con clastos subangulosos a subredondeados, color cafe, de textura matriz autosoportada, con poca presencia de material fino, los finos no presentan plasticidad alguna, los clasto son de origen volcanico. Presenta humedad baja, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.	GW		5	25	60	10		0,5
1,0										
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA

T-02

HOJA:

05

DE:

15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Quilahuani – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.50 metros

COORDENADAS:

ESTE : 366146 m

NORTE : 8085040 m

PROF. (m)	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRÍA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material en estado de compactación media, con clastos subangulosos, color café, de textura matriz autosoportada, predomina los cantos rodados y gravas con poca presencia de material fino, los finos no presentan plasticidad alguna, los clastos son de origen volcánico. Presenta humedad baja, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.	GW		5	20	30	30	5	0,5
1,0										1,0
1,5										
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA

T-06

HOJA: 06 DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Yucamani – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.30 metros

COODENADAS:

ESTE : 368915 m

NORTE : 8091244 m

PROF. (m)	GRÁFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material en estado suelta a compacta de color beige, con clastos angulosos a subangulosos de origen volcanico. Presenta humedad muy baja, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.	SM		10	50	30	10		0,5
1,0		Clastos angulosos, en estado de compactación media, matriz autosoportado, arena, grava y cantos rodados, de color violaceo. Presenta humedad baja a media, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.	GP	10	10	25	35	20		1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

	REGISTRO DE CALICATA	CALICATA	T-01
		HOJA:	07 DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTECNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Patapatani – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.50 metros

COORDENADAS:	
ESTE	: 370705 m
NORTE	: 8090795 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Gruoso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Presenta una compacidad media, los clastos son subangulosos y semiesfericos de origen volcanico, coloracion gris.	SP		20	60	10	10		0,5
1,0		Presenta humedad baja, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.								1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

	REGISTRO DE CALICATA	CALICATA	T-03	
		HOJA:	08	DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Santa Cruz – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 1.20 metros

COORDENADAS:

ESTE : 371349 m

NORTE : 8090543 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Material tecnogeno constituido por gravas, clastos subangulosos de origen volcanico.	TEC							
1,0		Material areno limoso de color beige, con presencia de gravas subangulosos de origen volcanico. de compacidad media. Presenta humedad baja a media, no se encontro nivel freatico ni oxidaciones.	SM	10	20	60	10			
1,5										
2,0										
2,5										

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA

C-24

HOJA:

10

DE:

15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Callerao – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual

FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017

TERRENO NATURAL: si

NIVEL FREÁTICO: No presenta

PROFUNDIDAD: 0.60 metros

COODENADAS:

ESTE : 374325 m

NORTE : 8090582 m

PROF. (m)	GRÁFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		gravas y cantos rodados, de color beige a rojizo, de compactidad alta, con presencia de clastos subredondeados de origen volcanico. Presenta humedad baja, sin oxidaciones y nivel freático.	GP		5	35	50	10		0,5
1,0										1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA T-05

HOJA: 09 DE: 15


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Totora – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual
FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017
TERRENO NATURAL: si
NIVEL FREÁTICO: No presenta
PROFUNDIDAD: 1.20 metros

COORDENADAS:
ESTE : 373073 m
NORTE : 8089057 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		<p>Arenas pobremente graduadas, presenta una compactidad media, los clastos son subangulosos y subredondeados de origen volcánico, coloración gris a beige.</p> <p>Presenta humedad baja, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.</p>	SP	10	25	55	10			0,5
1,0				1,0						
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

	REGISTRO DE CALICATA	CALICATA	C-38
		HOJA: 11	DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Mullini – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual
 FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017
 TERRENO NATURAL: si
 NIVEL FREÁTICO: No presenta
 PROFUNDIDAD: 0.60 metros

COORDENADAS:
 ESTE : 373536 m
 NORTE : 8086926 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		<p>Arena limosa de color beige, de compacidad media con presencia de gravas de origen volvanico.</p> <p>Presenta humedad media, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.</p>	SM	10	20	40	20	10		0,5
1,0										1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

	REGISTRO DE CALICATA	CALICATA	C-75
		HOJA:	12 DE: 15

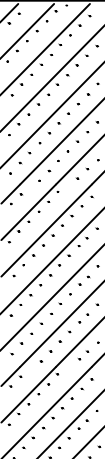
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de La Victoria – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual
 FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017
 TERRENO NATURAL: si
 NIVEL FREÁTICO: No presenta
 PROFUNDIDAD: 1.50 metros

COORDENADAS:
 ESTE : 372742 m
 NORTE : 8086319 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		<p>Arena limosa de color beige, de compacidad media con presencia de gravas de origen volvanico.</p> <p>Presenta humedad media, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.</p>	SM	10	25	40	20	5		0,5
1,0		1,0								
1,5		1,5								
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA	CALICATA		C-45
	HOJA:	13	DE: 15

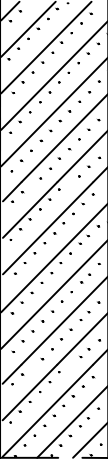
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Jirata – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual
 FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017
 TERRENO NATURAL: si
 NIVEL FREÁTICO: No presenta
 PROFUNDIDAD: 1.00 metros

COORDENADAS:	
ESTE	: 371673 m
NORTE	: 8082993 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		<p>Arena limosa de color beige, de compacidad media con presencia de gravas de origen volvanico.</p> <p>Presenta humedad media, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.</p>	SM	15	20	40	20	5		0,5
1,0				1,0						
1,5				1,5						
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

	REGISTRO DE CALICATA	CALICATA	C-48
		HOJA: 11	DE: 15

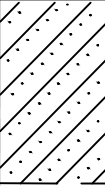
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTÉCNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Buenavista – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual
 FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017
 TERRENO NATURAL: si
 NIVEL FREÁTICO: No presenta
 PROFUNDIDAD: 0.60 metros

COORDENADAS:
 ESTE : 371537 m
 NORTE : 8082381 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Arena limosa de color beige, de compacidad media con presencia de gravas de origen volvanico. Presenta humedad media, no presenta oxidaciones tampoco nivel freático.	SM	10	20	40	20	10		0,5
1,0										1,0
1,5										1,5
2,0										2,0
2,5										2,5

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE CALICATA		CALICATA	C-48
		HOJA: 11	DE: 15

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA – GEOTECNIA

PROYECTO: "RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE,
 PROVINCIA CANDARAVE – REGIÓN TACNA"

UBICACIÓN: Localidad de Aricota – Provincia de Candarave – Región Tacna

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: Manual
 FECHA DE EXCAVACIÓN: Julio, 2017
 TERRENO NATURAL: si
 NIVEL FREÁTICO: No presenta
 PROFUNDIDAD: 0.60 metros

COORDENADAS:	
ESTE	: 371537 m
NORTE	: 8082381 m

PROF. (m)	G R Á F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	GRANULOMETRIA ESTIMADA (%) (por volumen)						OTRAS PRUEBAS
				Muy fina <0,0002 mm	Fina 0,0002 -0,06mm	Mediana 0,06-2mm	Grueso 2-60 mm	Muy grueso 60-250mm	Muy grueso > 250 mm	
0,5		Arena media con contenido limoso color beige. presenta material organico, posee compacidad baja y presenta oxidaciones.	SM							
		Arena limosa color beige oscuro, presenta compacidad baja.	SM							0,5
1,0		Arena limosa color beige de baja compacidad con presencia de oxidos. Presenta humedad media.	SM	10	20	55	15			
1,5										
2,0										
2,5										

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

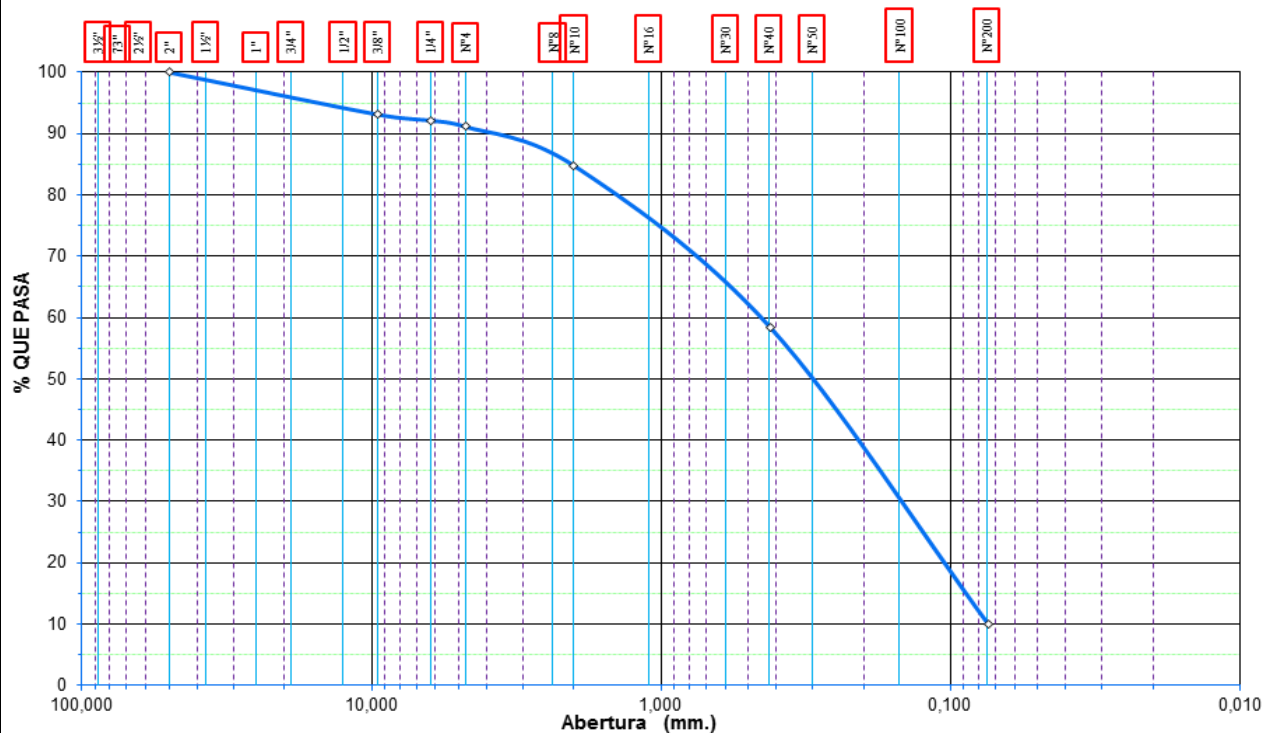
UBICACION: LOCALIDAD DE CANDARAVE – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-59

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN	
						Límites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	27,60
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	25,16
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	2,44
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	179,10	3,24	3,24	96,76	Grava (%) :	8,85
1"	25,000	75,50	1,37	4,60	95,40	Arena (%) :	91,15
3/4"	19,000	21,20	0,38	4,99	95,01	Mod. Fineza (%) :	2,30
1/2"	12,500	63,50	1,15	6,13	93,87	Pasa Nº4	91,1
3/8"	9,500	41,90	0,76	6,89	93,11	Pasa Nº10	84,8
1/4"	6,250	53,10	0,96	7,85	92,15	Pasa Nº40	58,4
Nº4	4,750	55,30	1,00	8,85	91,15	Pasa Nº200	10,0
Nº8	2,360	25,70	4,68	13,54	86,46	D10	0,075
Nº10	2,000	9,20	1,68	15,21	84,79	D30	0,220
Nº20	0,840	55,60	10,14	25,35	74,65	D60	0,519
Nº30	0,590	49,50	9,02	34,37	65,63	SUCS	SP-SM
Nº40	0,420	39,50	7,20	41,57	58,43	AASHTO *	A-2-4 (0)
Nº50	0,297	0,00	0,00	41,57	58,43	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrias bien definidas.	
Nº60	0,250	95,00	17,32	58,89	41,11		
Nº100	0,149	77,50	14,13	73,02	26,98		
Nº140	0,105	40,20	7,33	80,35	19,65		
Nº200	0,074	53,20	9,70	90,05	9,95		
Base		54,6	9,95	100,00	0,00		

Curva Granulométrica



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

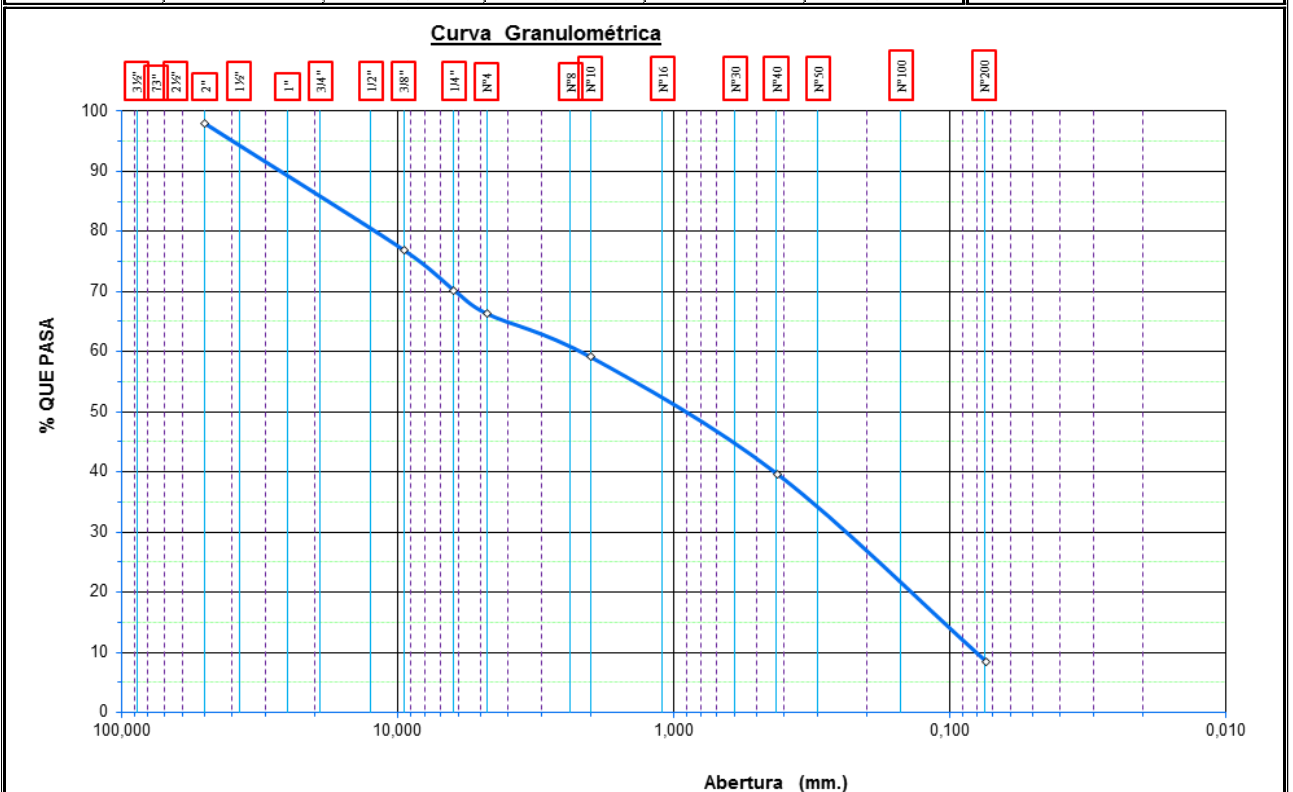
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE SAN PEDRO – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-80

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	165,40	2,00	2,00	98,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	156,30	1,89	3,89	96,11	Grava (%) :	33,7
1"	25,000	353,50	4,28	8,17	91,83	Arena (%) :	66,3
3/4"	19,000	275,50	3,33	11,50	88,50	Mod. Fineza (%) :	3,72
1/2"	12,500	543,40	6,57	18,07	81,93	Pasa Nº4	66,3
3/8"	9,500	414,00	5,01	23,08	76,92	Pasa Nº10	59,1
1/4"	6,250	553,60	6,70	29,77	70,23	Pasa Nº40	39,6
Nº4	4,750	321,90	3,89	33,66	66,34	Pasa Nº200	8,5
Nº8	2,360	44,40	5,89	39,56	60,44	D10	0,092
Nº10	2,000	10,00	1,33	40,88	59,12	D30	0,317
Nº20	0,840	68,70	9,11	50,00	50,00	D60	2,336
Nº30	0,590	36,50	4,84	54,84	45,16	SUCS	SP-SM
Nº40	0,420	41,80	5,55	60,38	39,62	AASHTO *	A-1-b (0)
Nº50	0,297	0,00	0,00	60,38	39,62	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos y Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente de cantos, gravas y arenas.	
Nº60	0,250	71,80	9,53	69,91	30,09		
Nº100	0,149	70,90	9,41	79,32	20,68		
Nº140	0,105	41,10	5,45	84,77	15,23		
Nº200	0,074	50,60	6,71	91,48	8,52		
Base		64,2	8,52	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAWE – REGIÓN TACNA

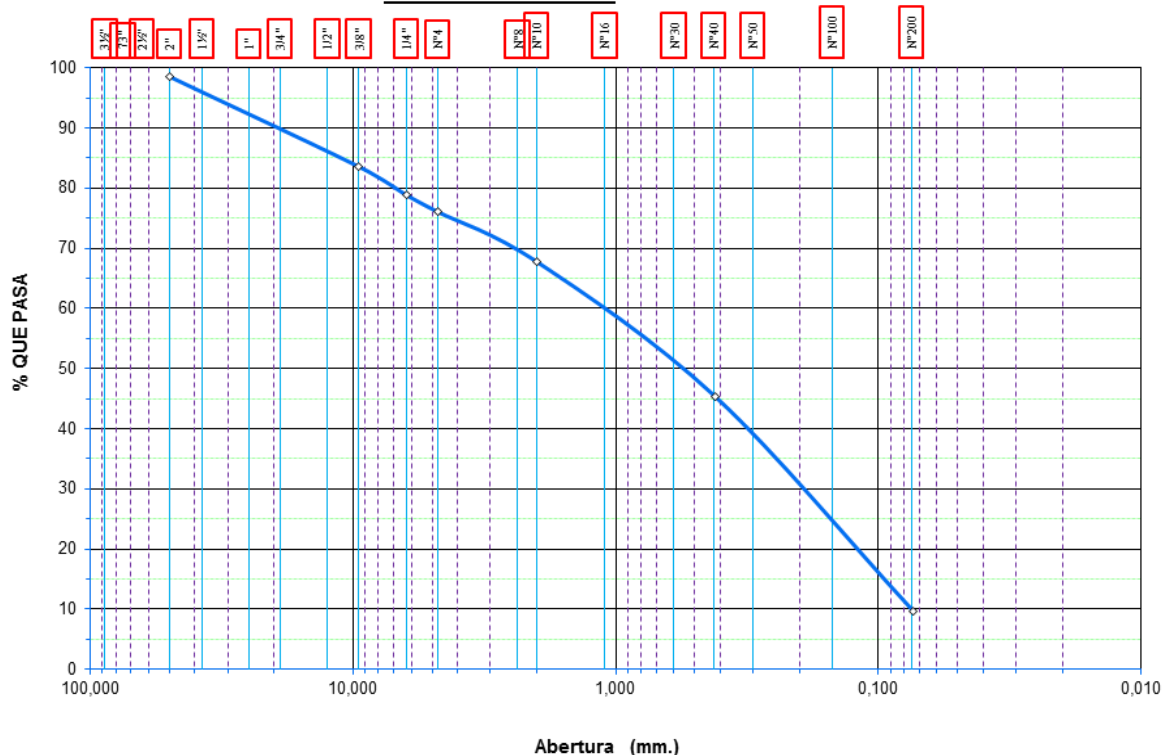
UBICACION: LOCALIDAD DE TALACA – PROVINCIA DE CANDARAWE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-04

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	165,40	1,42	1,42	98,58	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	156,30	1,34	2,77	97,23	Grava (%) :	23,9
1"	25,000	353,50	3,04	5,81	94,19	Arena (%) :	76,1
3/4"	19,000	275,50	2,37	8,18	91,82	Mod.Fineza (%) :	3,19
1/2"	12,500	543,40	4,67	12,85	87,15	Pasa Nº4	76,1
3/8"	9,500	414,00	3,56	16,41	83,59	Pasa Nº10	67,8
1/4"	6,250	553,60	4,76	21,17	78,83	Pasa Nº40	45,4
Nº4	4,750	321,90	2,77	23,94	76,06	Pasa Nº200	9,8
Nº8	2,360	44,40	6,75	30,69	69,31	D10	0,077
Nº10	2,000	10,00	1,52	32,21	67,79	D30	0,274
Nº20	0,840	68,70	10,45	42,67	57,33	D60	1,452
Nº30	0,590	36,50	5,55	48,22	51,78	SUCS	SP-SM
Nº40	0,420	41,80	6,36	54,58	45,42	AASHTO *	A-1-b (0)
Nº50	0,297	0,00	0,00	54,58	45,42	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos y Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente de cantos, gravas y arenas.	
Nº60	0,250	71,80	10,92	65,50	34,50		
Nº100	0,149	70,90	10,79	76,28	23,72		
Nº140	0,105	41,10	6,25	82,54	17,46		
Nº200	0,074	50,60	7,70	90,23	9,77		
Base		64,2	9,77	100,00	0,00		

Curva Granulométrica



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

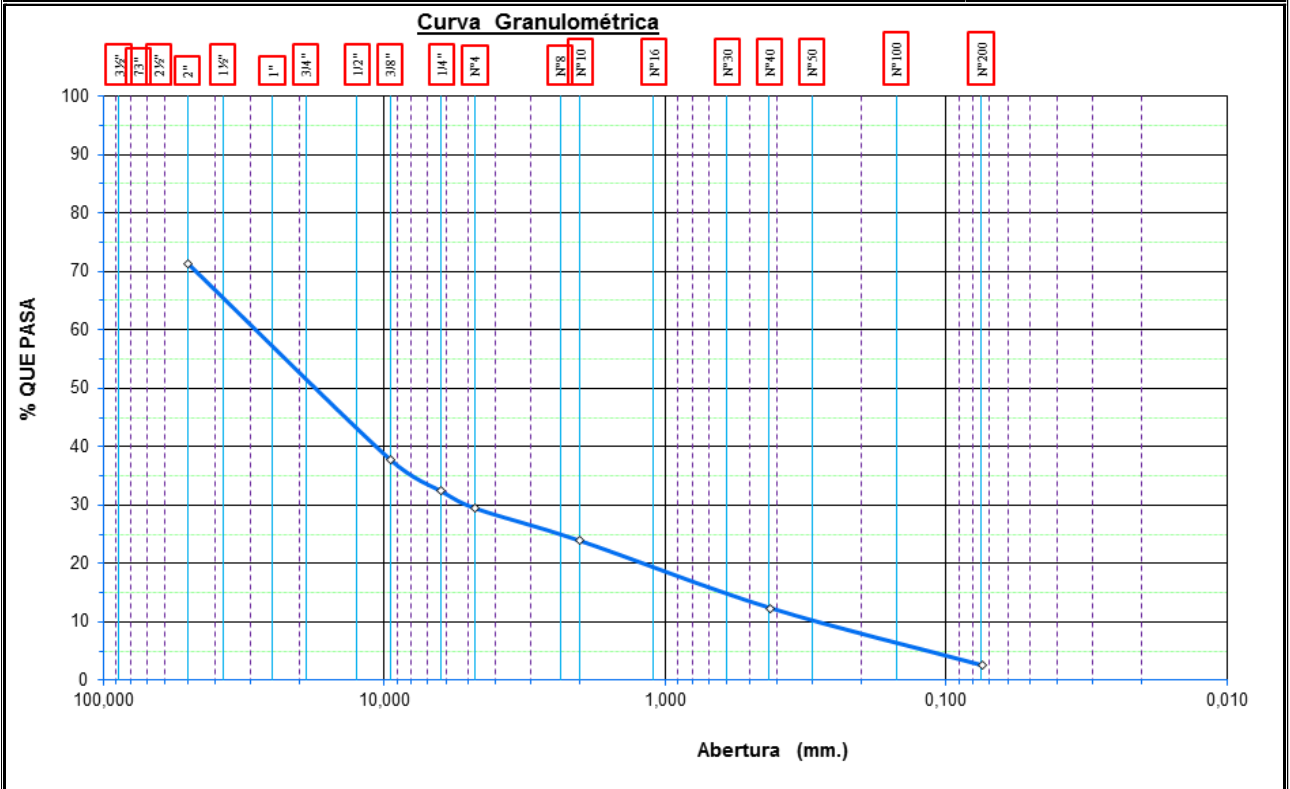
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE PALLATA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-07

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	798,50	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	1169,00	12,43	12,43	87,57	Lim. Plástico	NP
2 1/2"	63,500	487,90	5,19	17,62	82,38	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	1032,50	10,98	28,60	71,40	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	604,70	6,43	35,03	64,97	Grava (%) :	70,5
1"	25,000	897,30	9,54	44,57	55,43	Arena (%) :	29,5
3/4"	19,000	473,40	5,03	49,61	50,39	Mod. Fineza (%) :	6,64
1/2"	12,500	641,70	6,82	56,43	43,57	Pasa Nº4	29,5
3/8"	9,500	542,50	5,77	62,20	37,80	Pasa Nº10	23,9
1/4"	6,250	509,00	5,41	67,62	32,38	Pasa Nº40	12,4
Nº4	4,750	273,60	2,91	70,53	29,47	Pasa Nº200	2,6
Nº8	2,360	73,20	4,31	74,83	25,17	D10	0,340
Nº10	2,000	21,90	1,29	76,12	23,88	D30	5,050
Nº20	0,840	102,80	6,05	82,18	17,82	D60	32,160
Nº30	0,590	48,40	2,85	85,02	14,98	SUCS	GW
Nº40	0,420	44,10	2,60	87,62	12,38	AASHTO *	A-1-a (0)
Nº50	0,297	0,00	0,00	87,62	12,38	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. *Principalmente de cantos, gravas y arenas.	
Nº60	0,250	66,10	3,89	91,51	8,49		
Nº100	0,149	45,70	2,69	94,20	5,80		
Nº140	0,105	26,80	1,58	95,78	4,22		
Nº200	0,074	27,90	1,64	97,42	2,58		
Base		43,8	2,58	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

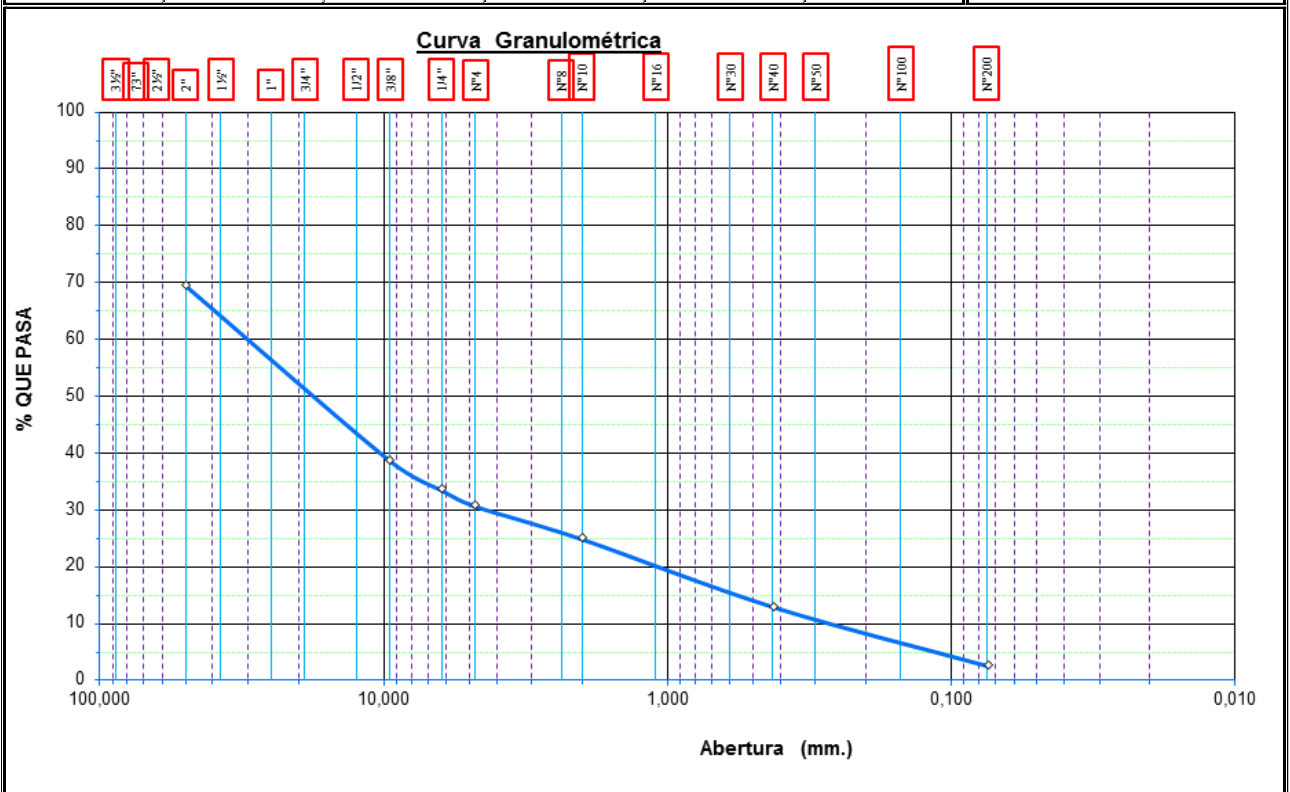
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE QUILAHUANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-02

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	1478,00	15,50	15,50	84,50	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	444,00	4,66	20,15	79,85	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	991,00	10,39	30,54	69,46	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	562,00	5,89	36,44	63,56	Grava (%) :	69,4
1"	25,000	964,00	10,11	46,55	53,45	Arena (%) :	30,6
3/4"	19,000	460,00	4,82	51,37	48,63	Mod. Fineza (%) :	6,66
1/2"	12,500	625,00	6,55	57,92	42,08	Pasa N°4	30,6
3/8"	9,500	331,00	3,47	61,39	38,61	Pasa N°10	24,8
1/4"	6,250	493,00	5,17	66,56	33,44	Pasa N°40	12,8
N°4	4,750	270,00	2,83	69,39	30,61	Pasa N°200	2,5
N°8	2,360	72,50	4,44	73,83	26,17	D10	0,329
N°10	2,000	22,00	1,35	75,18	24,82	D30	4,461
N°20	0,840	105,60	6,46	81,64	18,36	D60	35,226
N°30	0,590	43,60	2,67	84,31	15,69	SUCS	GW
N°40	0,420	46,50	2,85	87,16	12,84	AASHTO *	A-1-a (0)
N°50	0,297	0,00	0,00	87,16	12,84	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. *Principalmente de cantos, gravas y arenas.	
N°60	0,250	66,50	4,07	91,23	8,77		
N°100	0,149	46,60	2,85	94,08	5,92		
N°140	0,105	28,30	1,73	95,81	4,19		
N°200	0,074	27,30	1,67	97,48	2,52		
Base		41,1	2,52	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

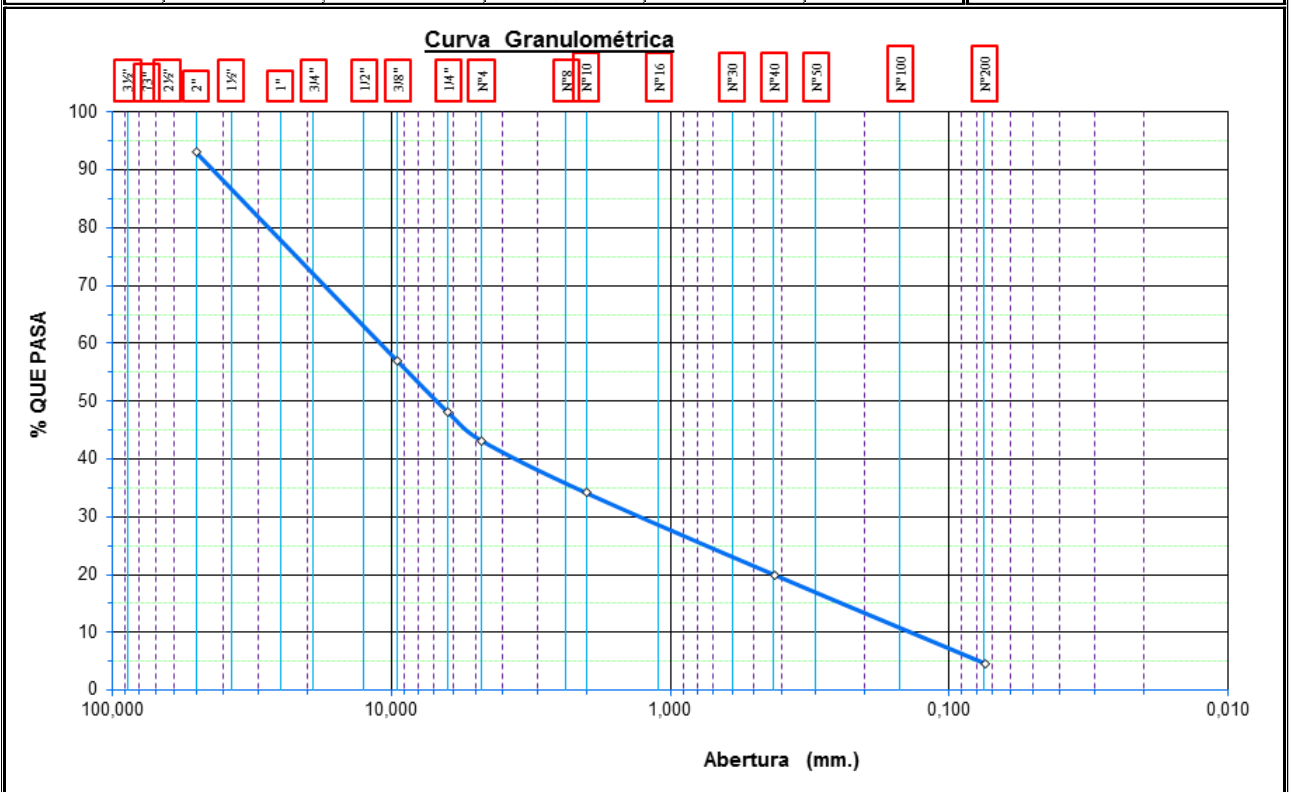
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE YUCAMANI– PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-06

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	623,60	6,96	6,96	93,04	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	663,60	7,41	14,37	85,63	Grava (%) :	56,8
1"	25,000	432,10	4,82	19,19	80,81	Arena (%) :	43,2
3/4"	19,000	584,40	6,52	25,72	74,28	Mod.Fineza (%) :	5,40
1/2"	12,500	941,80	10,51	36,23	63,77	Pasa Nº4	43,2
3/8"	9,500	611,70	6,83	43,06	56,94	Pasa Nº10	34,1
1/4"	6,250	796,00	8,89	51,94	48,06	Pasa Nº40	19,9
Nº4	4,750	438,10	4,89	56,83	43,17	Pasa Nº200	4,6
Nº8	2,360	82,90	7,16	63,99	36,01	D10	0,199
Nº10	2,000	21,70	1,87	65,86	34,14	D30	1,544
Nº20	0,840	95,10	8,21	74,07	25,93	D60	11,486
Nº30	0,590	36,60	3,16	77,23	22,77	SUCS	GP
Nº40	0,420	33,60	2,90	80,13	19,87	AASHTO *	A-1-a (0)
Nº50	0,297	0,00	0,00	80,13	19,87	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. *Principalmente con cantos gravas y arenas, no bien graduadas.	
Nº60	0,250	53,40	4,61	84,74	15,26		
Nº100	0,149	50,10	4,33	89,07	10,93		
Nº140	0,105	28,50	2,46	91,53	8,47		
Nº200	0,074	45,20	3,90	95,43	4,57		
Base		52,9	4,57	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

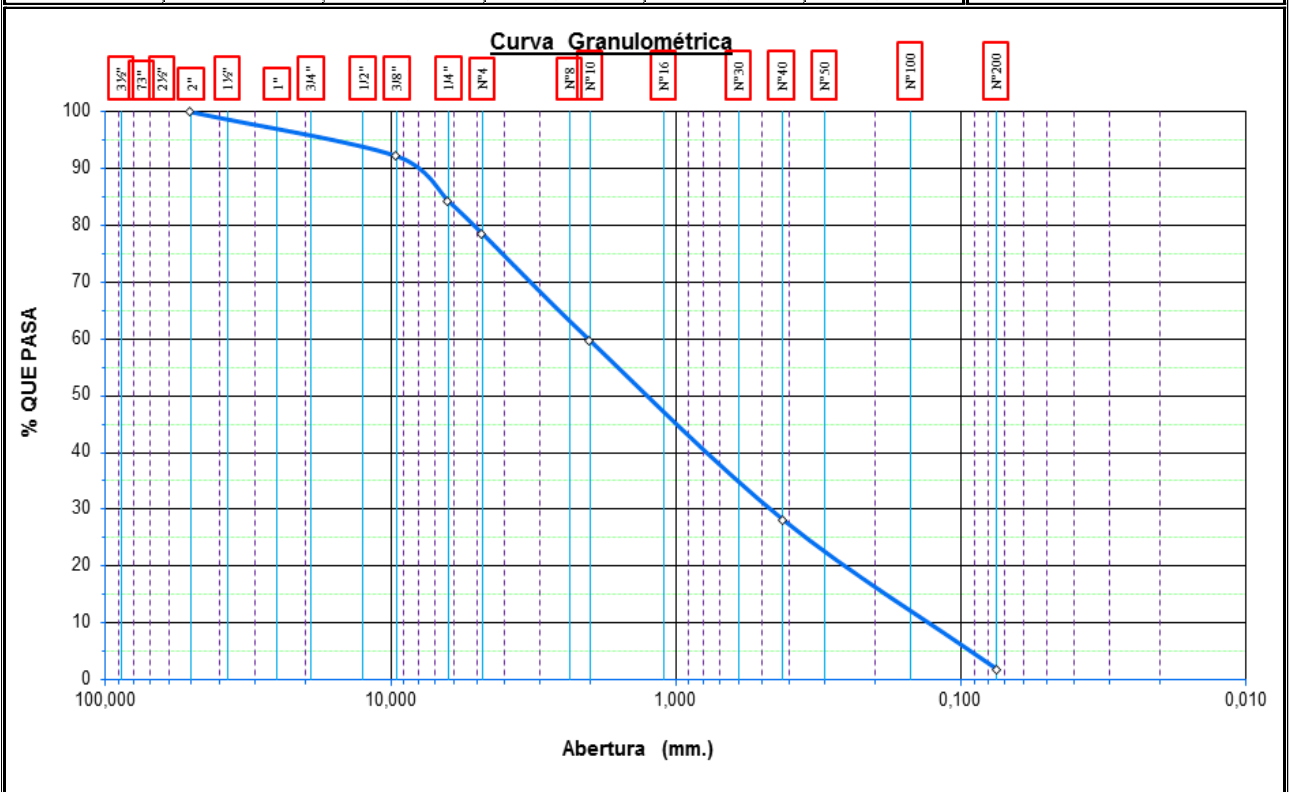
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE PATAPATANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-01

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Grava (%) :	21,5
1"	25,000	24,30	0,31	0,31	99,69	Arena (%) :	78,5
3/4"	19,000	34,50	0,44	0,75	99,25	Mod. Fineza (%) :	3,65
1/2"	12,500	237,90	3,04	3,79	96,21	Pasa Nº4	78,5
3/8"	9,500	313,90	4,01	7,79	92,21	Pasa Nº10	59,7
1/4"	6,250	626,90	8,00	15,80	84,20	Pasa Nº40	28,2
Nº4	4,750	449,00	5,73	21,53	78,47	Pasa Nº200	1,7
Nº8	2,360	96,60	15,16	36,69	63,31	D10	0,185
Nº10	2,000	22,80	3,58	40,27	59,73	D30	0,517
Nº20	0,840	106,20	16,67	56,94	43,06	D60	2,039
Nº30	0,590	46,60	7,31	64,25	35,75	SUCS	SP
Nº40	0,420	48,40	7,60	71,84	28,16	AASHTO *	A-1-b (0)
Nº50	0,297	0,00	0,00	71,84	28,16	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. *Principalmente con fragmentos de cantos grava y arena	
Nº60	0,250	68,00	10,67	82,52	17,48		
Nº100	0,149	59,20	9,29	91,81	8,19		
Nº140	0,105	24,20	3,80	95,61	4,39		
Nº200	0,074	17,10	2,68	98,29	1,71		
Base		10,9	1,71	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

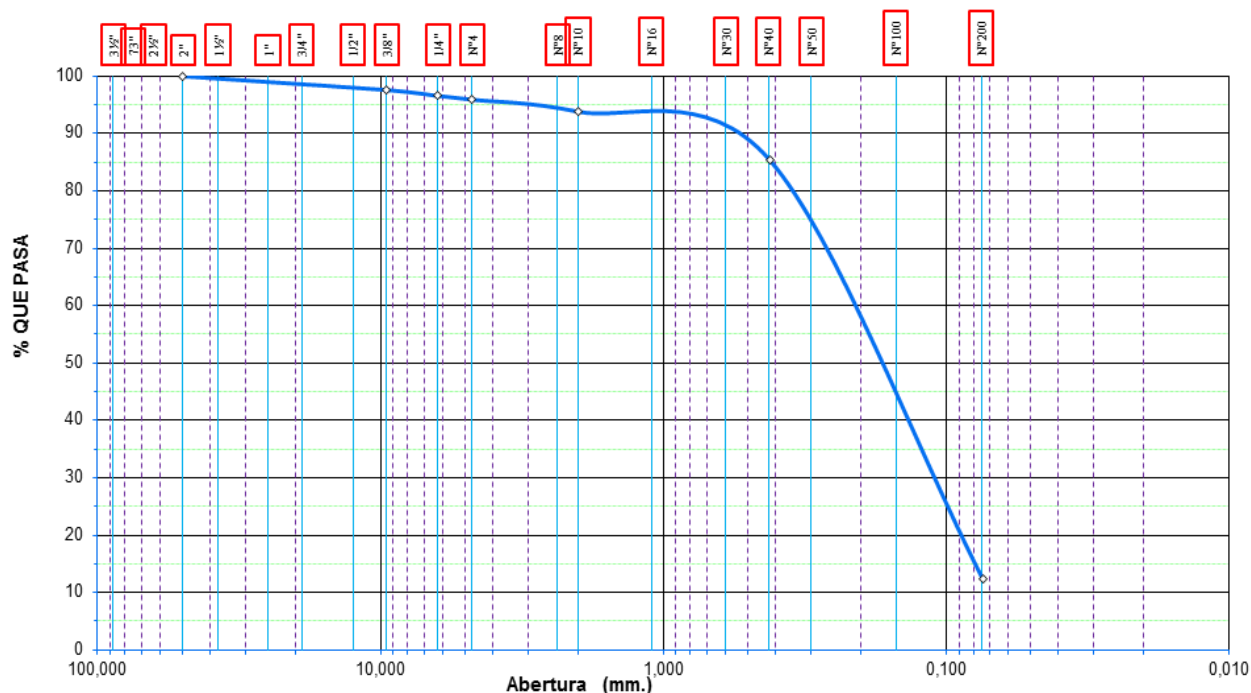
UBICACION: LOCALIDAD DE SANTA CRUZ– PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-03

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION	
						Límites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Grava (%) :	4,1
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Arena (%) :	95,9
3/4"	19,000	35,70	0,70	0,70	99,30	Mod.Fineza (%) :	1,16
1/2"	12,500	47,20	0,93	1,63	98,37	Pasa N°4	95,9
3/8"	9,500	39,80	0,78	2,41	97,59	Pasa N°10	93,8
1/4"	6,250	51,40	1,01	3,42	96,58	Pasa N°40	85,4
N°4	4,750	33,10	0,65	4,07	95,93	Pasa N°200	12,3
N°8	2,360	9,20	1,77	5,83	94,17	D10	--
N°10	2,000	1,70	0,33	6,16	93,84	D30	0,160
N°20	0,840	13,30	2,55	8,71	91,29	D60	0,303
N°30	0,590	10,90	2,09	10,80	89,20	SUCS	SM
N°40	0,420	19,80	3,80	14,60	85,40	AASHTO *	A-2-4 (0)
N°50	0,297	0,00	0,00	14,60	85,40	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente con gravas, arenas limosas.	
N°60	0,250	56,80	10,90	25,50	74,50		
N°100	0,149	168,20	32,27	57,77	42,23		
N°140	0,105	86,20	16,54	74,31	25,69		
N°200	0,074	70,00	13,43	87,74	12,26		
Base		63,9	12,26	100,00	0,00		

Curva Granulométrica



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

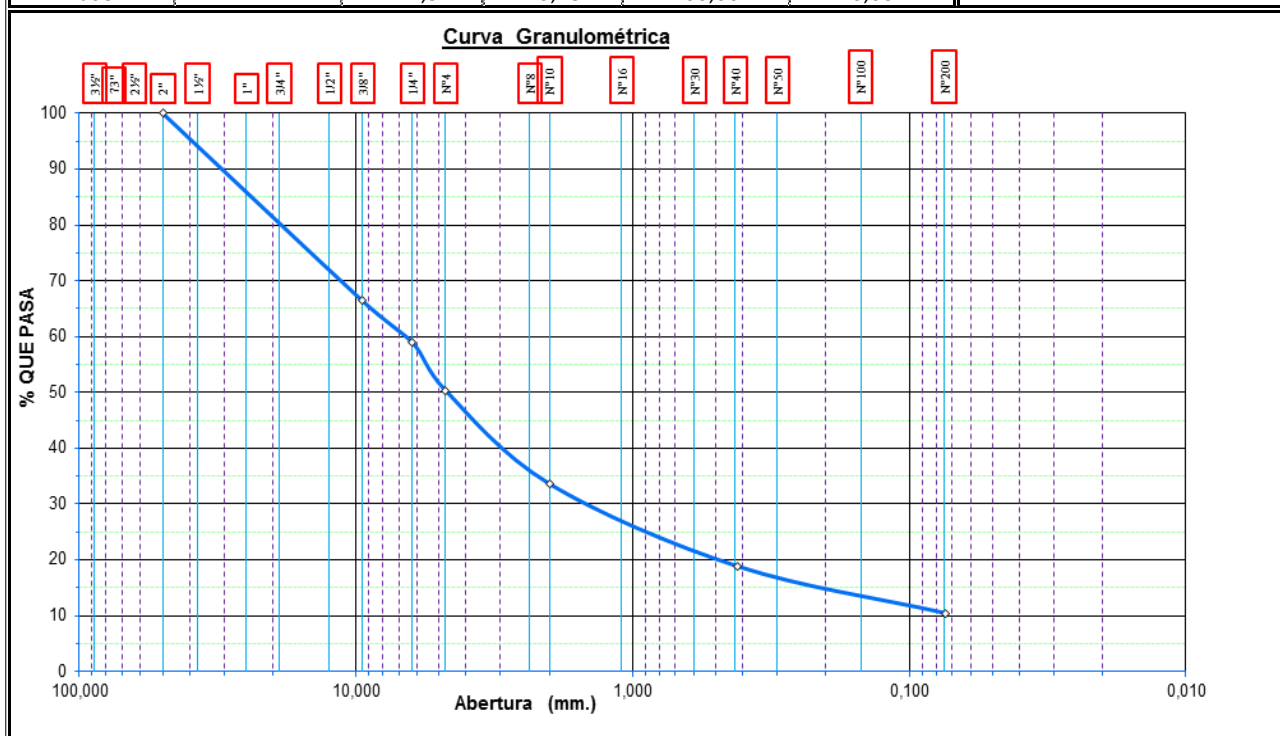
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE CALLERACO – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-24

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	30,10
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	23,91
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	6,19
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	1120,00	8,19	8,19	91,81	Grava (%) :	49,6
1"	25,000	801,00	5,86	14,05	85,95	Arena (%) :	50,4
3/4"	19,000	821,00	6,00	20,05	79,95	Mod.Fineza (%) :	5,10
1/2"	12,500	1140,00	8,34	28,39	71,61	Pasa Nº4	50,4
3/8"	9,500	705,00	5,16	33,55	66,45	Pasa Nº10	33,6
1/4"	6,250	1030,00	7,53	41,08	58,92	Pasa Nº40	18,9
Nº4	4,750	1168,00	8,54	49,62	50,38	Pasa Nº200	10,5
Nº8	2,360	147,00	13,45	63,07	36,93	D10	--
Nº10	2,000	36,00	3,29	66,37	33,63	D30	1,612
Nº20	0,840	108,00	9,88	76,25	23,75	D60	7,593
Nº30	0,590	25,00	2,29	78,54	21,46	SUCS	GP-GM
Nº40	0,420	28,00	2,56	81,10	18,90	AASHTO *	A-2-4 (0)
Nº50	0,297	24,00	2,20	83,30	16,70	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrías bien definidas.	
Nº60	0,250	23,00	2,10	85,40	14,60		
Nº100	0,149	14,00	1,28	86,68	13,32		
Nº140	0,105	12,00	1,10	87,78	12,22		
Nº200	0,074	19,00	1,74	89,52	10,48		
Base		114,5	10,48	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

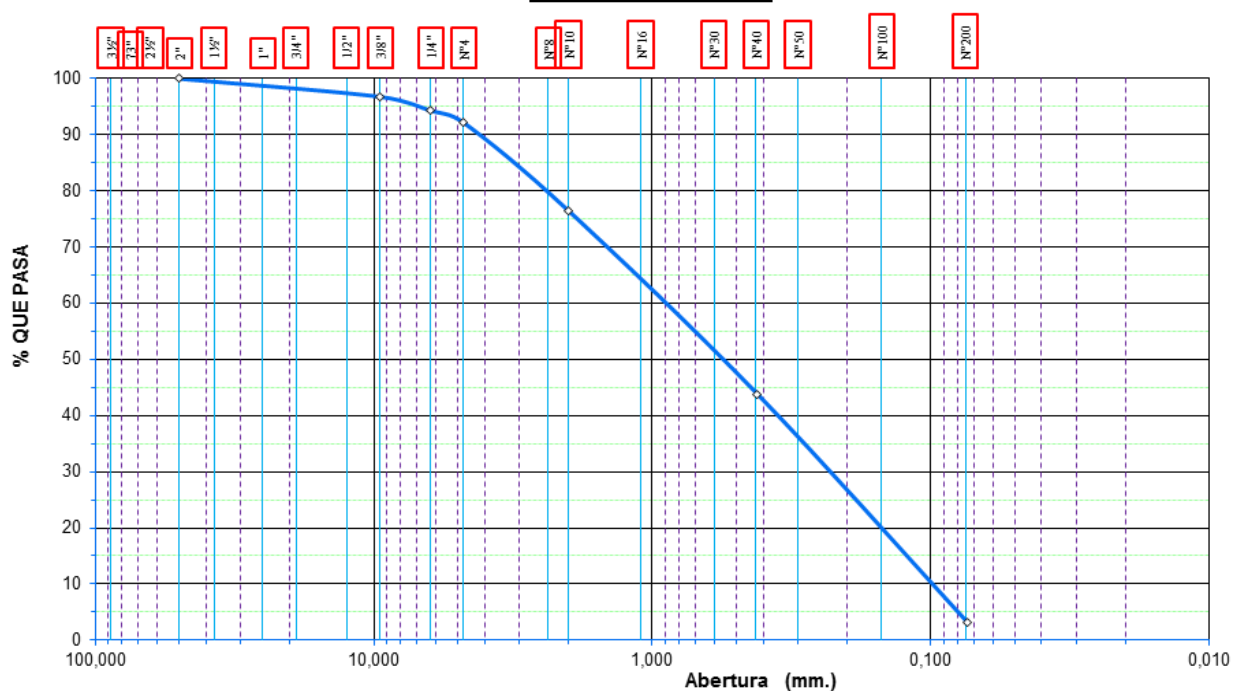
UBICACION: LOCALIDAD DE TOTORA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-5

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Grava (%) :	7,9
1"	25,000	11,50	0,22	0,22	99,78	Arena (%) :	92,1
3/4"	19,000	50,40	0,97	1,20	98,80	Mod.Fineza (%) :	2,74
1/2"	12,500	48,30	0,93	2,13	97,87	Pasa N°4	92,1
3/8"	9,500	56,80	1,10	3,23	96,77	Pasa N°10	76,5
1/4"	6,250	128,30	2,48	5,70	94,30	Pasa N°40	43,9
N°4	4,750	111,30	2,15	7,85	92,15	Pasa N°200	3,2
N°8	2,360	67,40	12,42	20,28	79,72	D10	0,133
N°10	2,000	17,60	3,24	23,52	76,48	D30	0,306
N°20	0,840	95,30	17,56	41,08	58,92	D60	1,204
N°30	0,590	40,90	7,54	48,62	51,38	SUCS	SP
N°40	0,420	40,70	7,50	56,12	43,88	AASHTO *	A-1-b (0)
N°50	0,297	0,00	0,00	56,12	43,88	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. *Principalmente grava y arenas con o sin finos.	
N°60	0,250	74,40	13,71	69,83	30,17		
N°100	0,149	60,60	11,17	81,00	19,00		
N°140	0,105	42,90	7,91	88,91	11,09		
N°200	0,074	42,70	7,87	96,77	3,23		
Base		17,5	3,23	100,00	0,00		

Curva Granulométrica



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTCE 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

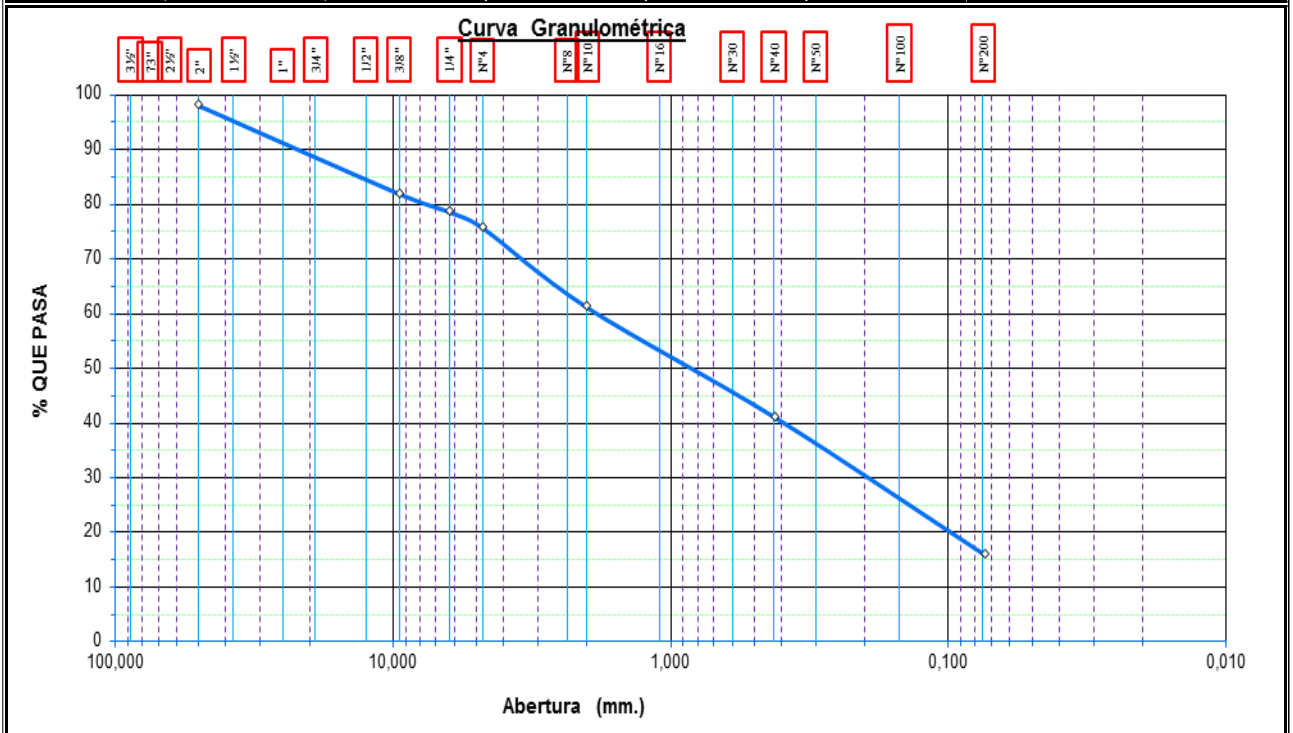
PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE MULLINI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-38

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	455,00	2,00	2,00	98,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	711,00	3,13	5,13	94,87	Grava (%) :	24,4
1"	25,000	551,00	2,42	7,55	92,45	Arena (%) :	75,6
3/4"	19,000	640,00	2,81	10,36	89,64	Mod.Fineza (%) :	3,50
1/2"	12,500	1088,00	4,78	15,14	84,86	Pasa N°4	75,6
3/8"	9,500	677,00	2,98	18,12	81,88	Pasa N°10	61,1
1/4"	6,250	758,00	3,33	21,45	78,55	Pasa N°40	41,0
N°4	4,750	662,00	2,91	24,36	75,64	Pasa N°200	15,9
N°8	2,360	105,00	11,06	35,42	64,58	D10	--
N°10	2,000	33,00	3,48	38,90	61,10	D30	0,272
N°20	0,840	83,00	8,74	47,64	52,36	D60	19,14
N°30	0,590	52,00	5,48	53,12	46,88	SUCS	SM
N°40	0,420	56,00	5,90	59,02	40,98	AASHTO *	A1-b (0)
N°50	0,297	64,00	6,74	65,76	34,24	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrias bien definidas.	
N°80	0,180	78,00	8,22	73,97	26,03		
N°100	0,149	28,00	2,95	76,92	23,08		
N°140	0,105		0,00	76,92	23,08		
N°200	0,074	68,00	7,16	84,08	15,92		
Base		151,1	15,92	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

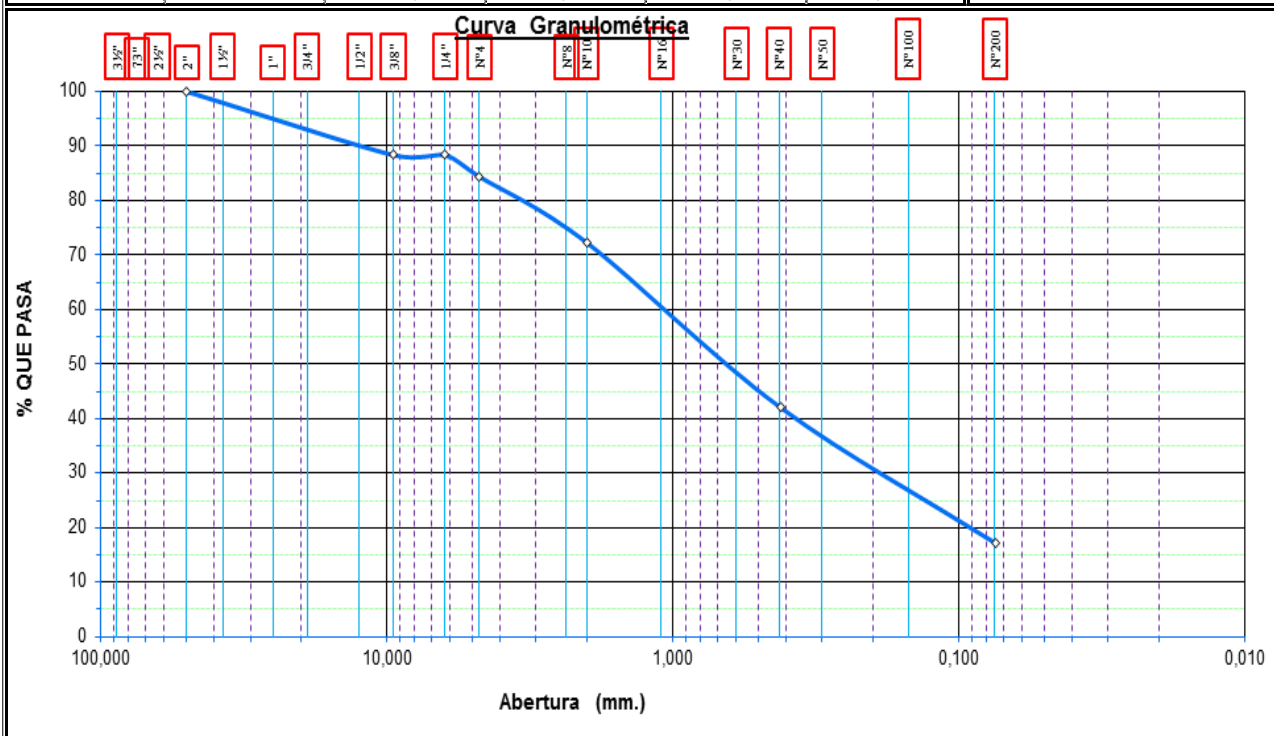
PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE LA VICTORIA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-75

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	226,00	4,41	4,41	95,59	Grava (%) :	15,6
1"	25,000	125,00	2,44	6,85	93,15	Arena (%) :	84,4
3/4"	19,000	48,00	0,94	7,79	92,21	Mod.Fineza (%) :	2,74
1/2"	12,500	95,00	1,85	9,64	90,36	Pasa N°4	84,4
3/8"	9,500	102,00	1,99	11,63	88,37	Pasa N°10	72,3
1/4"	6,250		0,00	11,63	88,37	Pasa N°40	42,0
N°4	4,750	203,00	3,96	15,59	84,41	Pasa N°200	17,1
N°8	2,360		0,00	15,59	84,41	D10	--
N°10	2,000	620,89	12,11	27,70	72,30	D30	0,256
N°20	0,840	712,00	13,89	41,59	58,41	D60	1,360
N°30	0,590		0,00	41,59	58,41	SUCS	SM
N°40	0,420	840,03	16,38	57,97	42,03	AASHTO *	A1-b(0)
N°50	0,297		0,00	57,97	42,03	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrias bien definidas.	
N°60	0,250		0,00	57,97	42,03		
N°100	0,149	931,34	18,16	76,13	23,87		
N°140	0,105	0,00	0,00	76,13	23,87		
N°200	0,074	346,97	6,77	82,90	17,10		
Base		876,6	17,10	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

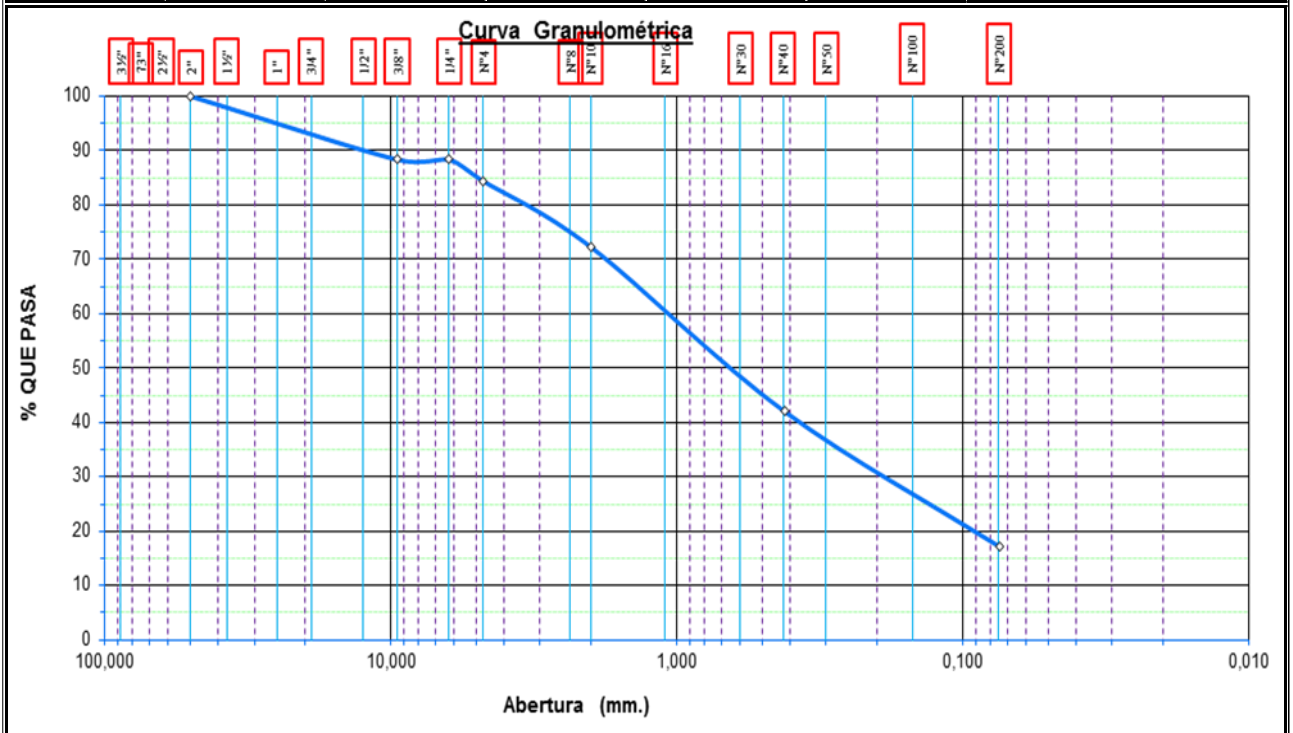
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE JIRATA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-45

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	279,00	3,12	3,12	96,88	Grava (%) :	31,1
1"	25,000	156,00	1,75	4,87	95,13	Arena (%) :	68,9
3/4"	19,000	198,00	2,22	7,09	92,91	Mod.Fineza (%) :	3,65
1/2"	12,500	335,00	3,75	10,84	89,16	Pasa N°4	68,9
3/8"	9,500	421,00	4,71	15,56	84,44	Pasa N°10	54,2
1/4"	6,250	647,00	7,25	22,80	77,20	Pasa N°40	36,4
N°4	4,750	745,00	8,34	31,15	68,85	Pasa N°200	17,8
N°8	2,360	93,00	11,54	42,68	57,32	D10	--
N°10	2,000	25,00	3,10	45,78	54,22	D30	0,305
N°20	0,840	66,00	8,19	53,97	46,03	D60	3,086
N°30	0,590	40,00	4,96	58,93	41,07	SUCS	SM
N°40	0,420	38,00	4,71	63,64	36,36	AASHTO *	A1-b(0)
N°50	0,297	40,00	4,96	68,61	31,39	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrias bien definidas.	
N°60	0,250	29,00	3,60	72,20	27,80		
N°100	0,149	37,00	4,59	76,79	23,21		
N°140	0,105	13,00	1,61	78,40	21,60		
N°200	0,074	31,00	3,85	82,25	17,75		
Base		143,1	17,75	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTCE 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

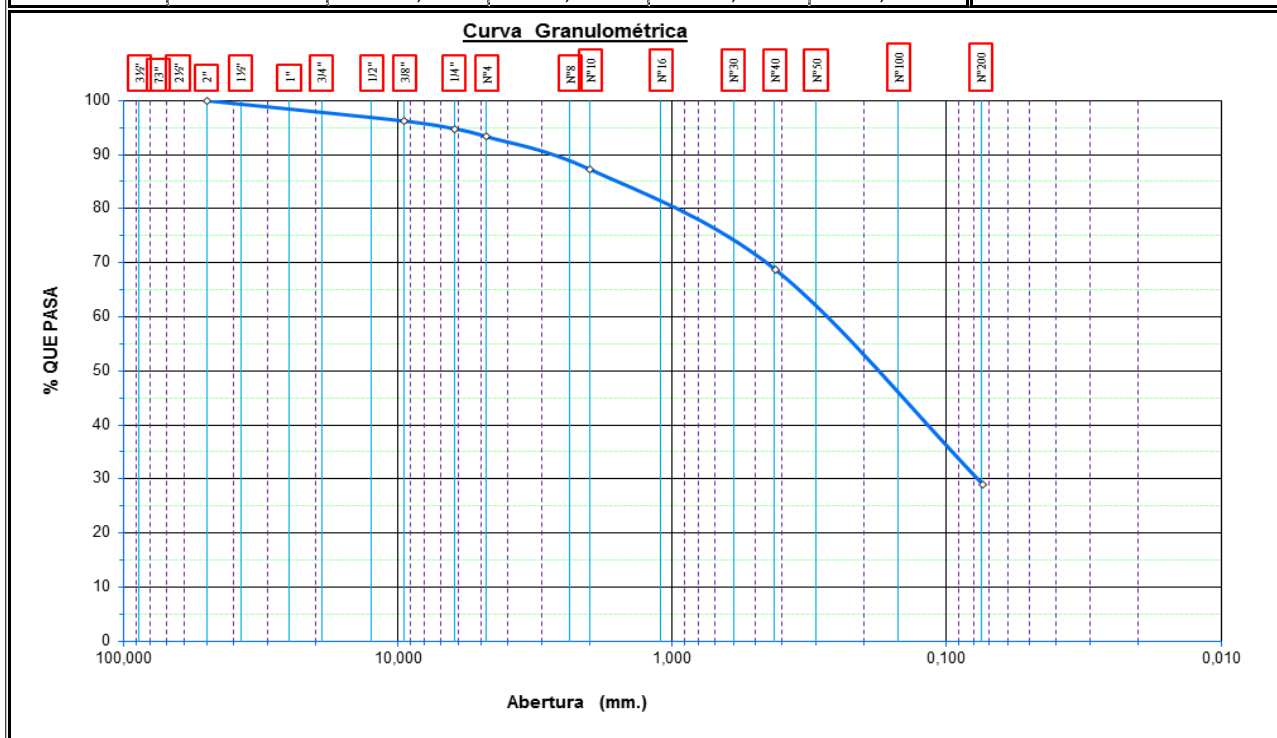
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE BUENAVISTA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-48

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	NP
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	NP
21/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	NP
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	61,00	0,39	0,39	99,61	Grava (%) :	6,7
1"	25,000	66,00	0,43	0,82	99,18	Arena (%) :	93,3
3/4"	19,000	121,00	0,78	1,60	98,40	Mod.Fineza (%) :	1,74
1/2"	12,500	185,00	1,19	2,80	97,20	Pasa N°4	93,3
3/8"	9,500	152,00	0,98	3,78	96,22	Pasa N°10	87,3
1/4"	6,250	219,00	1,41	5,19	94,81	Pasa N°40	68,7
N°4	4,750	230,00	1,48	6,67	93,33	Pasa N°200	29,1
N°8	2,360	26,00	4,24	10,92	89,08	D10	--
N°10	2,000	11,00	1,79	12,71	87,29	D30	0,083
N°20	0,840	37,00	6,03	18,74	81,26	D60	0,348
N°30	0,590	33,00	5,38	24,13	75,87	SUCS	SM
N°40	0,420	44,00	7,18	31,30	68,70	AASHTO *	A-2-7 (3)
N°50	0,297	47,00	7,67	38,97	61,03	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrias bien definidas.	
N°60	0,250	54,00	8,81	47,78	52,22		
N°100	0,149	66,00	10,76	58,54	41,46		
N°140	0,105	23,00	3,75	62,29	37,71		
N°200	0,074	53,00	8,64	70,94	29,06		
Base		178,2	29,06	100,00	0,00		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

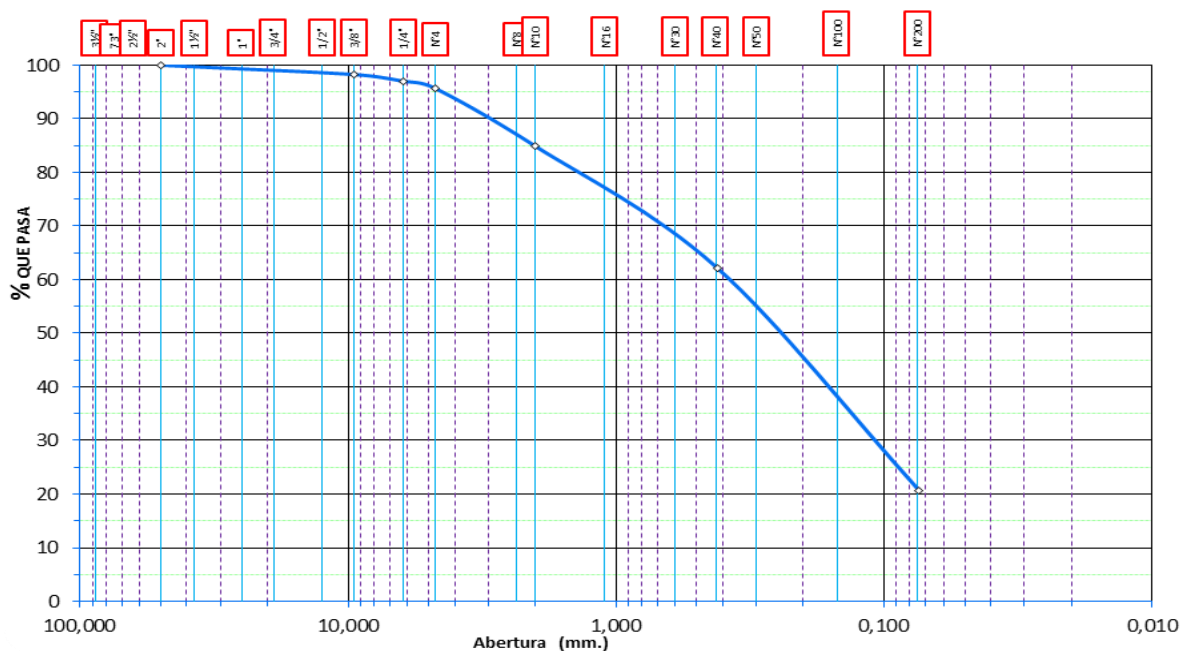
UBICACION: LOCALIDAD DE ARICOTA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-58

FECHA: JULIO 2017

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	DESCRIPCION Limites de Consistencia	
31/2"	88,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Líquido	27,60
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Lim. Plástico	26,04
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Ind. Plasticidad	1,56
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Clasificación de Suelos	
1 1/2"	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00	Grava (%) :	4,3
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00	Arena (%) :	95,7
3/4"	19,000	42,40	0,42	0,42	99,58	Mod.Fineza (%) :	1,82
1/2"	12,500	49,60	0,49	0,91	99,09	Pasa N°4	95,7
3/8"	9,500	82,90	0,82	1,74	98,26	Pasa N°10	84,9
1/4"	6,250	124,10	1,23	2,97	97,03	Pasa N°40	62,2
N°4	4,750	132,70	1,32	4,29	95,71	Pasa N°200	20,7
N°8	2,360	0,00	0,00	4,29	95,71	D10	--
N°10	2,000	56,60	10,83	15,12	84,88	D30	0,153
N°20	0,840	67,50	12,92	28,04	71,96	D60	0,406
N°30	0,590	27,30	5,23	33,27	66,73	SUCS	SM
N°40	0,420	23,60	4,52	37,79	62,21	AASHTO *	A-2-4 (0)
N°50	0,297	26,20	5,02	42,80	57,20	Arenas limosas, mezclas de arena y limo. *Principalmente arenas con o sin partículas finas de granulometrias bien definidas.	
N°60	0,250	24,40	4,67	47,47	52,53		
N°100	0,149	78,00	14,93	62,40	37,60		
N°140	0,105	40,60	7,77	70,18	29,82		
N°200	0,074	47,70	9,13	79,31	20,69		
Base		108,1	20,69	100,00	0,00		

Curva Granulométrica



LÍMITES DE CONSISTENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LIMITES DE CONSISTENCIA
 ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE CANDARAVE – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-59

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		21	16			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.	12,70	14,20			
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.	11,00	12,20			
Peso de agua	gr.	1,70	2,00			
Peso Recipiente	gr.	4,2	4,3			
Peso de Suelo Seco	gr.	6,80	7,90			
Humedad	%	25,00	25,32			
Límite Plástico	%	25,16				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes		9	17	27		
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.	43,70	55,30	47,10		
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.	35,80	45,30	39,40		
Peso de agua	gr.	7,90	10,00	7,70		
Peso Recipiente	gr.	10,7	11	11,1		
Peso de Suelo Seco	gr.	25,10	34,30	28,30		
Humedad	%	31,47	29,15	27,21		
Límite Líquido	%	27,60				
Índice de Plasticidad	%	2,44				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

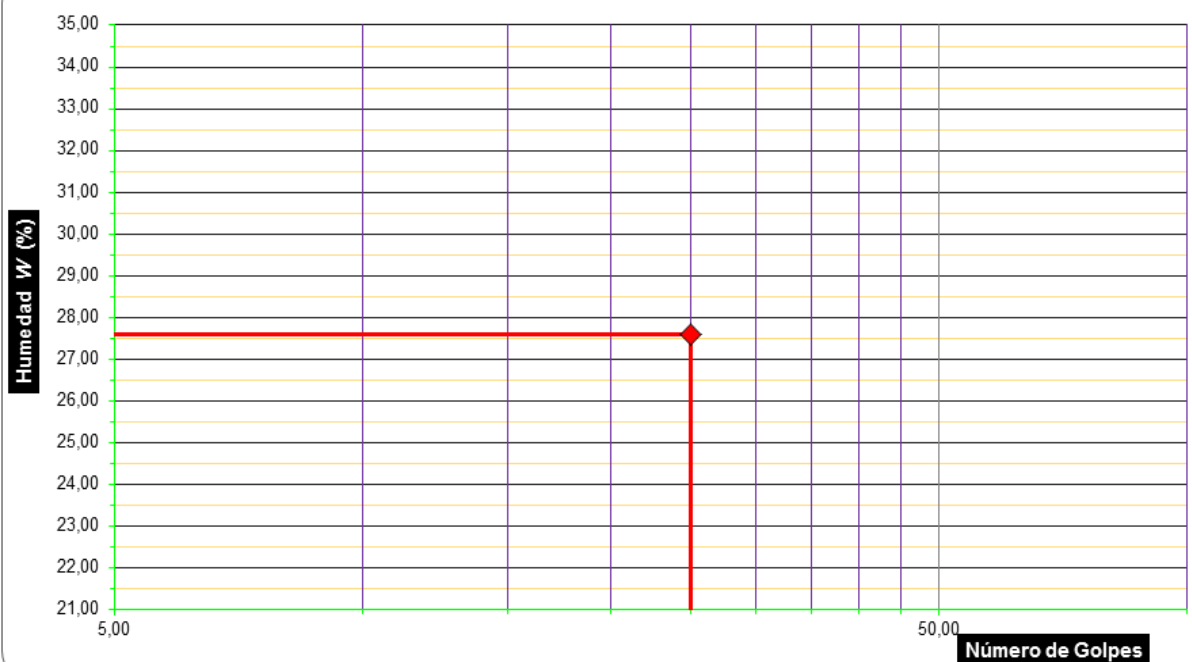
UBICACION: LOCALIDAD DE SAN PEDRO – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-80

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

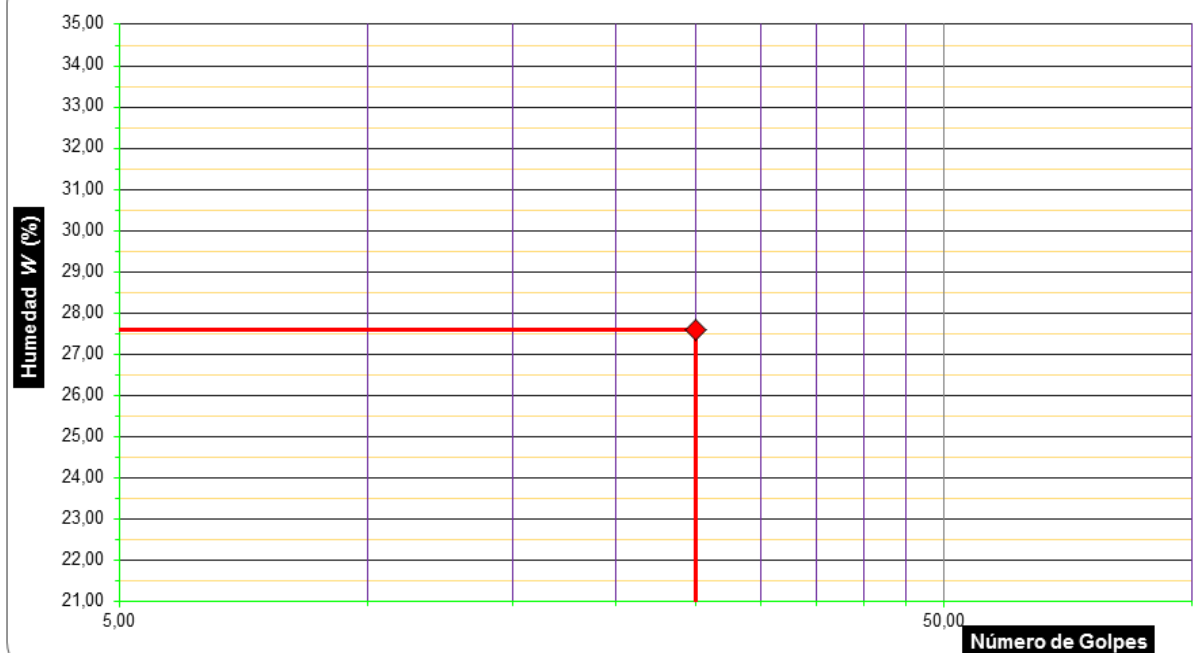
UBICACION: LOCALIDAD DE TALACA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-04

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

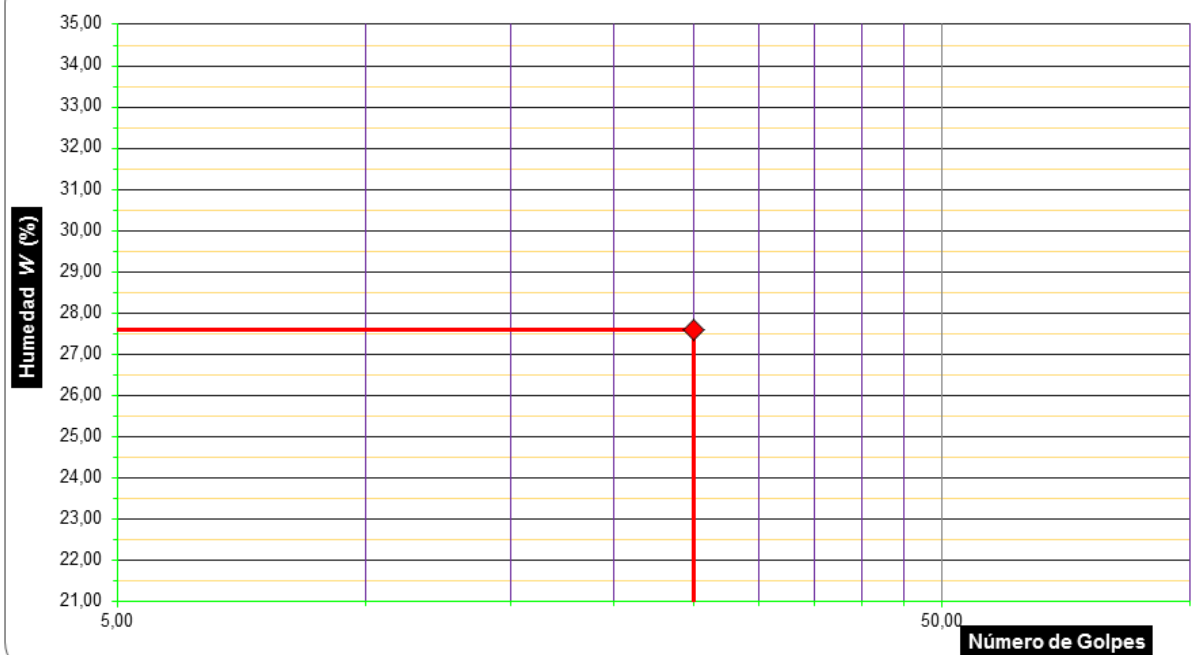
UBICACION: LOCALIDAD DE PALLATA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-07

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

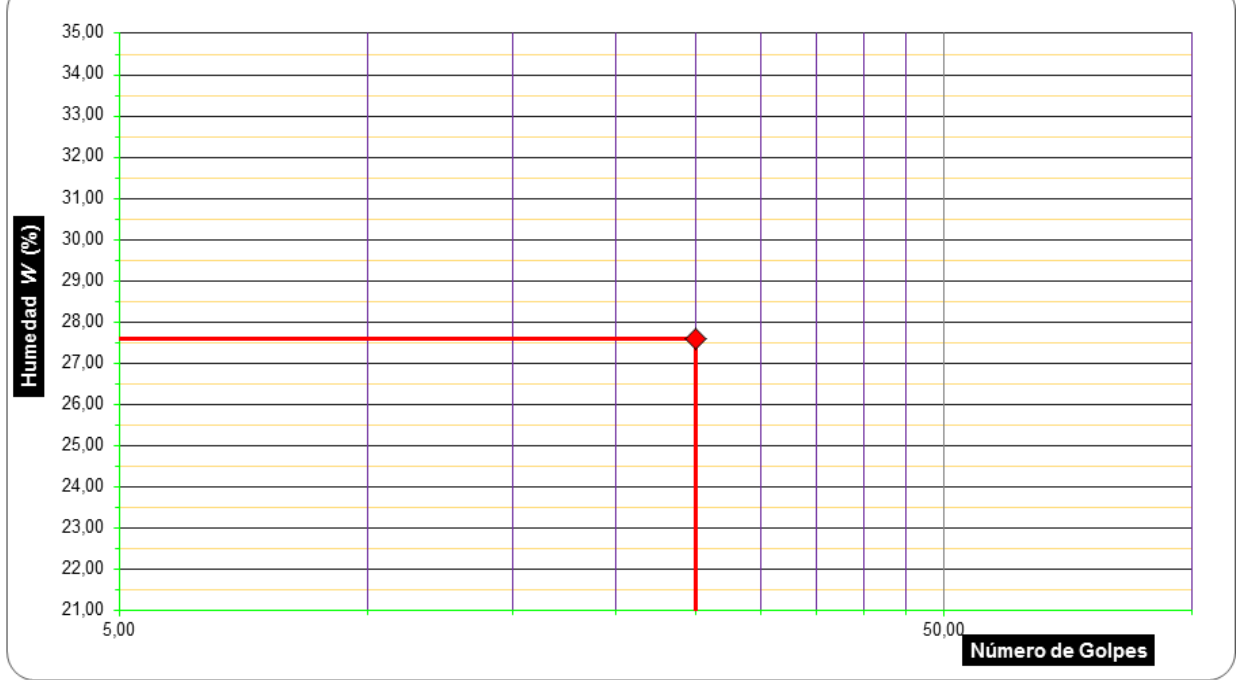
UBICACION: LOCALIDAD DE QUILAHUANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-02

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

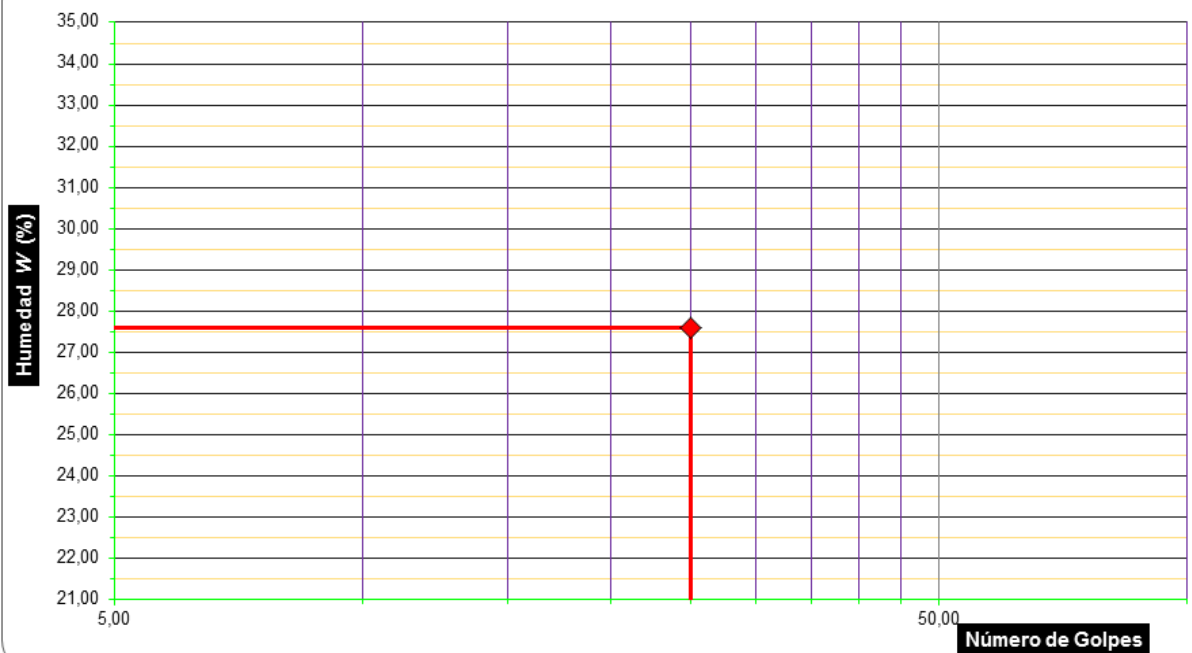
UBICACION: LOCALIDAD DE YUCAMANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-06

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

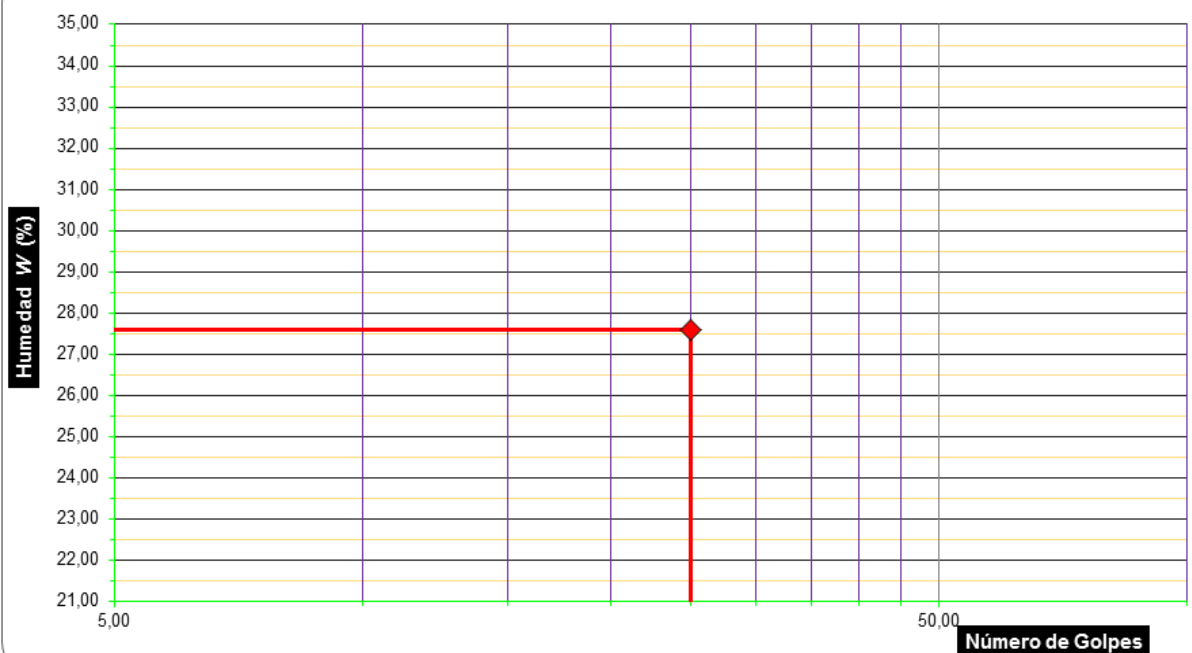
UBICACION: LOCALIDAD DE PATAPATANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-01

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

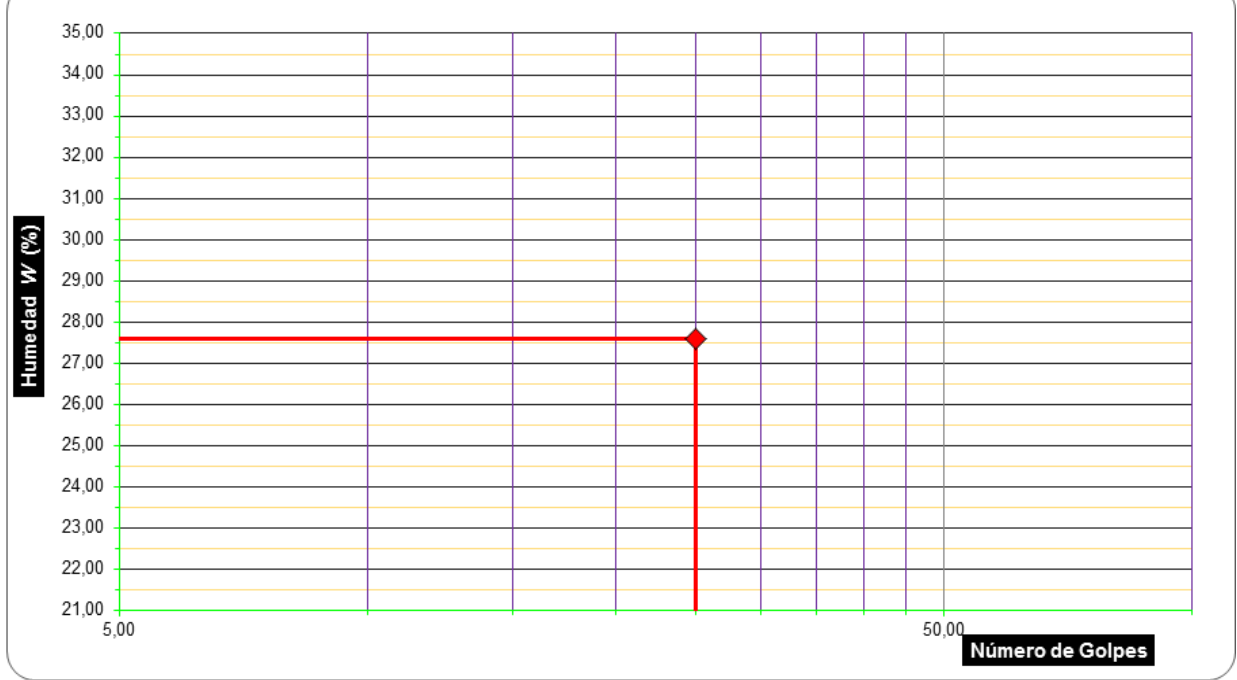
UBICACION: LOCALIDAD DE SANTA CRUZ – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-03

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

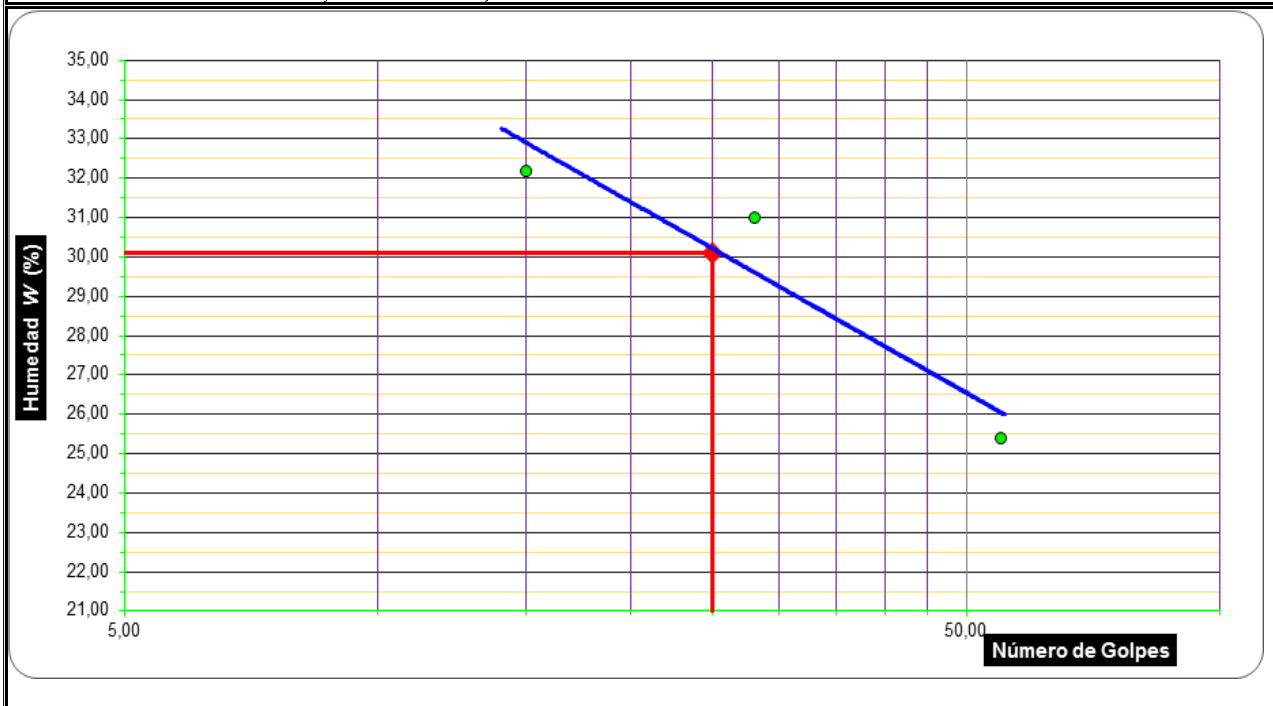
UBICACION: LOCALIDAD DE CALLERACO – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-24

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		21	16			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.	14,26	13,50			
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.	12,96	12,10			
Peso de agua	gr.	1,30	1,40			
Peso Recipiente	gr.	7,47	6,3			
Peso de Suelo Seco	gr.	5,49	5,80			
Humedad	%	23,68	24,14			
Límite Plástico	%	23,91				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes		15	28	55		
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.	18,12	18,75	18,69		
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.	16,05	16,68	16,89		
Peso de agua	gr.	2,07	2,07	1,80		
Peso Recipiente	gr.	9,62	10	9,8		
Peso de Suelo Seco	gr.	6,43	6,68	7,09		
Humedad	%	32,19	30,99	25,39		
Límite Líquido	%	30,10				
Índice de Plasticidad	%	6,19				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

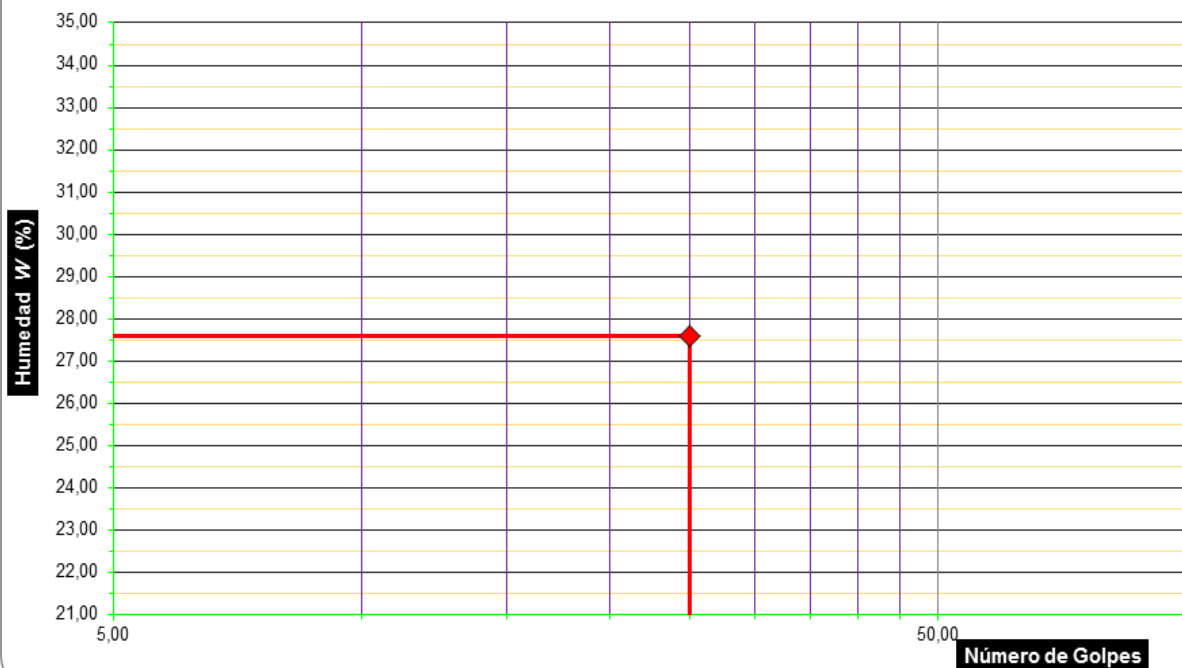
UBICACION: LOCALIDAD DE TOTORA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-05

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

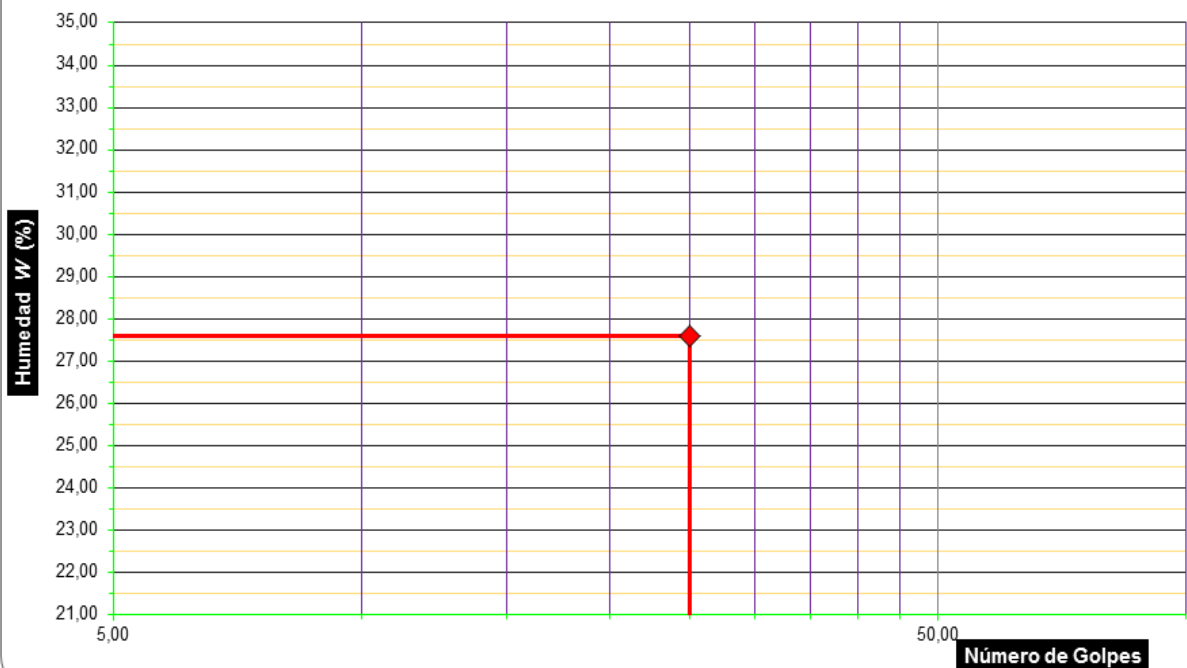
UBICACION: LOCALIDAD DE MULLINI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-38

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

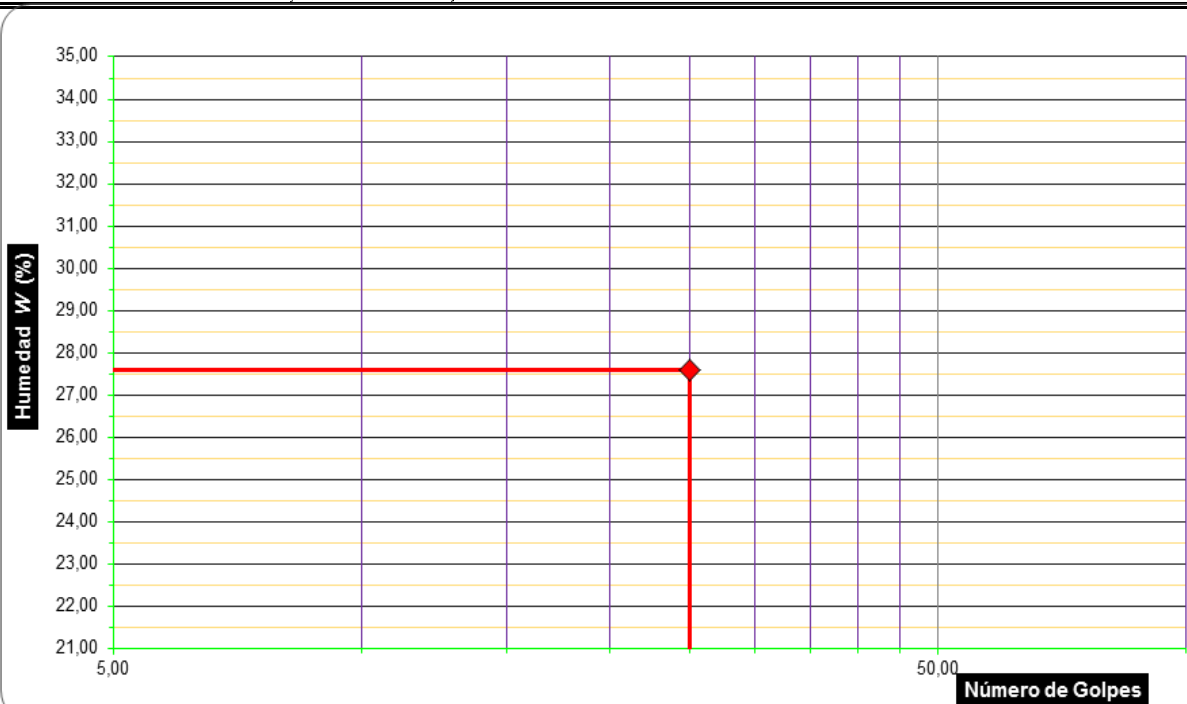
UBICACION: LOCALIDAD DE LA VICTORIA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-75

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

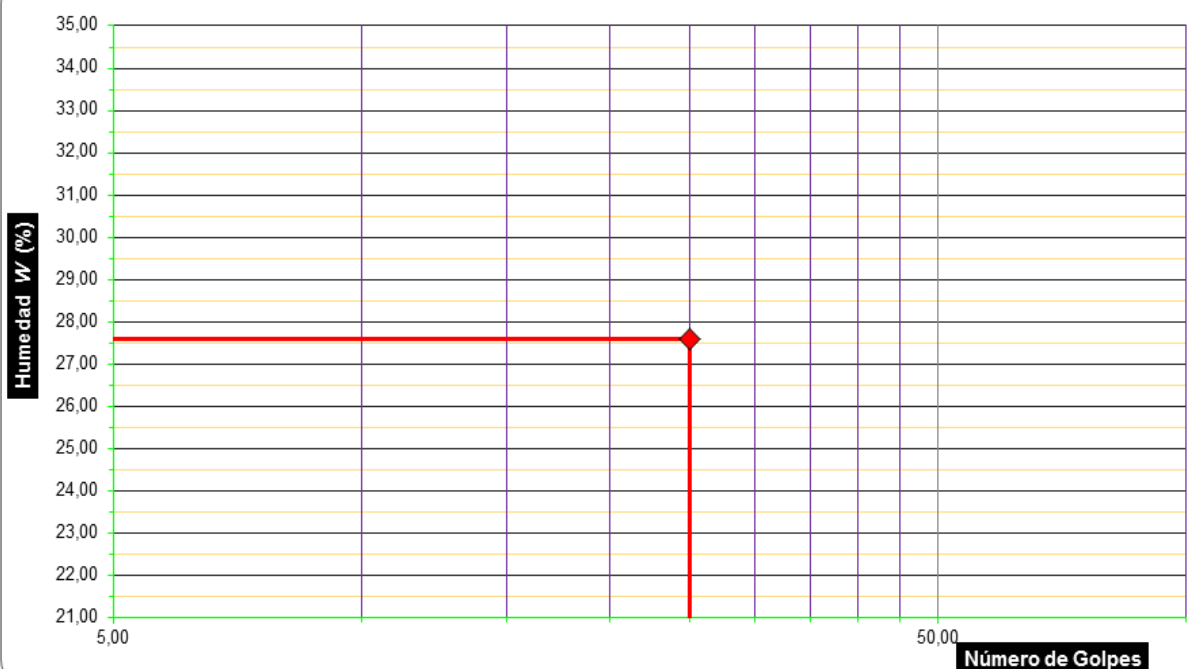
UBICACION: LOCALIDAD DE JIRATA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-45

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

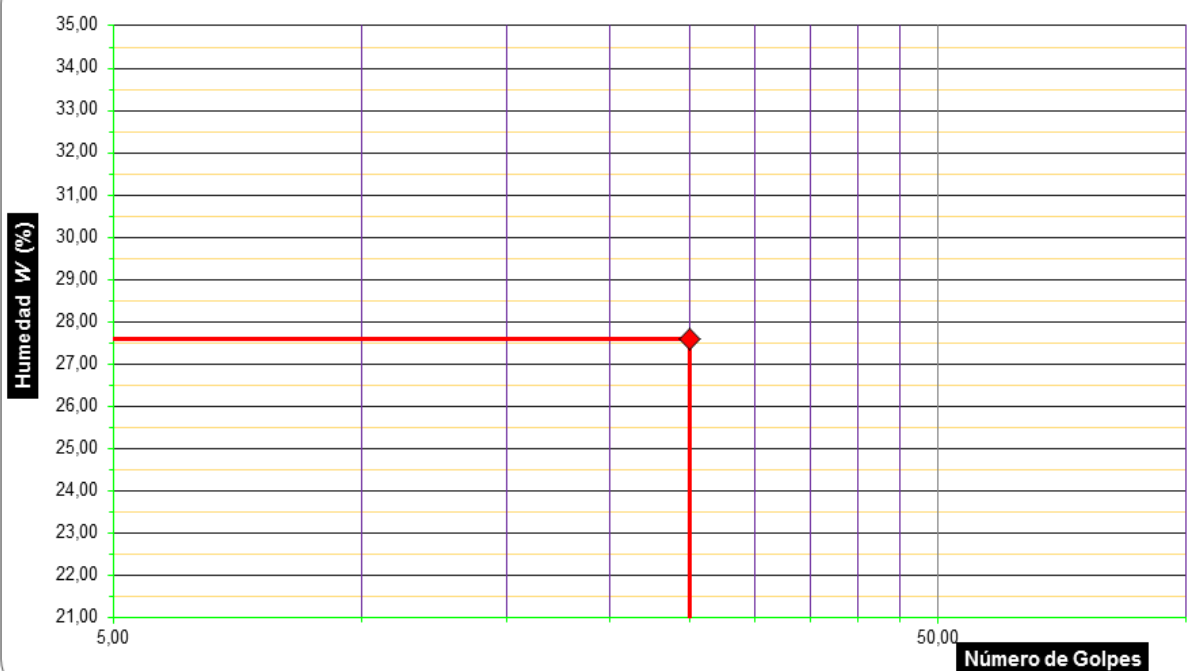
UBICACION: LOCALIDAD DE BUENAVISTA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-48

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Plástico	%	NP				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		17	2	14		
Número de Golpes						
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.					
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.					
Peso de agua	gr.					
Peso Recipiente	gr.					
Peso de Suelo Seco	gr.					
Humedad	%					
Límite Líquido	%	NP				
Índice de Plasticidad	%	NP				



LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D 4318, AASHTO T 89

PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE ARICOTA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-58

FECHA: JULIO 2017

Determinación del Límite Plástico		MTC E 111				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		22	18			
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.	11,20	10,30			
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.	9,60	9,20			
Peso de agua	gr.	1,60	1,10			
Peso Recipiente	gr.	4,2	4,3			
Peso de Suelo Seco	gr.	5,40	4,90			
Humedad	%	29,63	22,45			
Límite Plástico	%	26,04				

Determinación del Límite Líquido		MTC E 110				
ENSAYO Nº		01	02	03	04	05
Recipiente Nº		15	1	2		
Número de Golpes		8	14	26		
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.	44,80	41,60	31,20		
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.	36,60	34,60	26,80		
Peso de agua	gr.	8,20	7,00	4,40		
Peso Recipiente	gr.	10,8	10,8	10,9		
Peso de Suelo Seco	gr.	25,80	23,80	15,90		
Humedad	%	31,78	29,41	27,67		
Límite Líquido	%	27,60				
Índice de Plasticidad	%	1,56				

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



HUMEDAD NATURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA					
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216					
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA					
UBICACION: LOCALIDAD DE CANDARAVE – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA					
MUESTRA: C-59			FECHA: JULIO 2017		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	484,20		
Peso suelo seco	B	gr	469,70		
Peso de agua	C	gr	14,50		
Humedad	D	%	3,09		
		%	8,087		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA					
HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216					
PROYECTO : RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA					
UBICACION: LOCALIDAD DE SAN PEDRO – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA					
MUESTRA: C-80			FECHA: JULIO 2017		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	562,00		
Peso suelo seco	B	gr	557,40		
Peso de agua	C	gr	4,60		
Humedad	D	%	0,83		
Humedad Final		%	5,825		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE TALACA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-04

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	537,90		
Peso suelo seco	B	gr	527,20		
Peso de agua	C	gr	10,70		
Humedad	D	%	2,03		
	Humedad Final	%	7,030		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE PALLATA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-07

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	328,65		
Peso suelo seco	B	gr	322,80		
Peso de agua	C	gr	5,85		
Humedad	D	%	1,81		
	Humedad Final	%	6,812		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE QUILAHUANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-02

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	322,70		
Peso suelo seco	B	gr	316,60		
Peso de agua	C	gr	6,10		
Humedad	D	%	1,93		
Humedad Final		%	6,927		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE YUCAMANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-06

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	322,70		
Peso suelo seco	B	gr	316,60		
Peso de agua	C	gr	6,10		
Humedad	D	%	1,93		
Humedad Final		%	6,927		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE PATAPATANI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-01

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	322,70		
Peso suelo seco	B	gr	316,60		
Peso de agua	C	gr	6,10		
Humedad	D	%	1,93		
Humedad Final		%	6,927		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE SANTA CRUZ – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-03

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	505,00		
Peso suelo seco	B	gr	499,20		
Peso de agua	C	gr	5,80		
Humedad	D	%	1,16		
Humedad Final		%	6,162		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE CALLERACO – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-24

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	118,51		
Peso suelo seco	B	gr	114,00		
Peso de agua	C	gr	4,51		
Humedad	D	%	3,96		
Humedad Final		%	3,960		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE TOTORA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: T-05

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	420,30		
Peso suelo seco	B	gr	415,70		
Peso de agua	C	gr	4,60		
Humedad	D	%	1,11		
Humedad Final		%	6,107		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE MULLINI – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-38

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	113,29		
Peso suelo seco	B	gr	111,02		
Peso de agua	C	gr	2,27		
Humedad	D	%	2,04		
Humedad Final		%	2,045		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE LA VICTORIA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-75

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	118,51		
Peso suelo seco	B	gr	114,00		
Peso de agua	C	gr	4,51		
Humedad	D	%	3,96		
Humedad Final		%	8,960		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE JIRATA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-45

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	118,51		
Peso suelo seco	B	gr	114,00		
Peso de agua	C	gr	4,51		
Humedad	D	%	3,96		
Humedad Final		%	6,960		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE BUENAVISTA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C-48

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	122,25		
Peso suelo seco	B	gr	114,91		
Peso de agua	C	gr	7,34		
Humedad	D	%	6,39		
Humedad Final		%	9,388		

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216

PROYECTO: RIESGO GEOTÉCNICO POR LA PROBABLE REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN YUCAMANE, PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

UBICACION: LOCALIDAD DE ARICOTA – PROVINCIA DE CANDARAVE – REGIÓN TACNA

MUESTRA: C- 58

FECHA: JULIO 2017

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	ESTRATO		
			1	2	3
Recipiente N°		Uni.	R-1		
Peso suelo humedo	A	gr	440,20		
Peso suelo seco	B	gr	424,40		
Peso de agua	C	gr	15,80		
Humedad	D	%	3,72		
	Humedad Final	%	8,723		

TABLAS GEOTÉCNICAS

Cuadro 9.1 Ángulos de Fricción para Arenas y Gravas. (U.C.S.)

Tipo de Suelo	Clasificación	ϕ Grados
Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos y sin ellos.	GW	>33
Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos y sin ellos.	GP	>37
Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo.	GM	>34
Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla.	GC	>31
Arena bien graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos.	SW	38
Arena mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos.	SP	37

Cuadro 9.2 Relaciones empíricas, de varias propiedades del Suelo No Cohesivo

CORRELACION	Término						Referencia		
	Muy Suelta	Suelta	Media	Compacta	Muy Compacta				
N(SPT) # golpes/pie	0	<2	4	10	30	50	> 50	Terzagui-Peck (1948)	
PE sat (KN/m ²)	(11-16)		(14-18)		(17-20)		(17-22)	(20-23)	Bowles 1982
ϕ Interna	20°	28°	30°	36°	41°	45°		Peck & ML. GW	
Dr Densidad Relativa	0	<20	20	33	36	90	100	Matula (1961) I.A.E.G. (1979)	
qu (kpa) Resistencia compresión no confinada			50	150	400	> 400		Adecuado por A. Martinez Vargas	
qa (kpa) Capacidad de carga			500	1500	4000	> 4000			
Prueba practica de campo Barra ϕ - 1/2" Martillo W=5 lb	Se hunde con su propio peso		Penetra fácilmente con ayuda de la mano	Se introduce fácilmente el golpe del martillo	Penetra un pie (30 cm) con el golpe del martillo	Solo penetra con el golpe del martillo		Sower (1972)	
	<20	33	49	56	70	90	100		
Identificación del terreno	Fácil identada con el dedo pulgar o puño		Menos fácil identada con el puño fácil paleada	Paleada con dificultad	Requiere aflojar con pico para paleo a mano	Requiere de explosivo de quipo para aflojar		Bowles (1962)	

Cuadro 9.3 Relaciones empíricas de propiedades de Suelos

TERMINO RELACIÓN	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	RIGIDO	MUY RIGIDO	DURO	REFERENCIA
N	0 <2	2	4	8	16	32 >32	Modificado de Therzaghi - Pack (1948) Bowles (1982)
γ_{sat} (KN/m ³)		16	17	19	20	22	Bowles (1982)
Φ	← (16-19)		→ (19)	← (19-22) →			
Q _u (Kpa)	<25	25	50	100	200	400 >400	Therzaghi - Pack (1948) Bowles (1982)
Q _u (Kpa)	250		500	1000	2000	4000 >4000	
c							
prueba practica de campo barra $\Phi=1/2"$ martillo w=5lb							
identificación de campo	Facilmente penetrable varios cms. Con el puño	Facilmente penetrable varios cms. Con el pulgar	se requiere un esf. moderado para penetrarlo varios cms. Con el pulgar	Identable facilmente con el pulgar	Identable facilmente con la uña del pulgar	difícil de identificar con la uña	Bowles (1982)

Fig. 9.4 Relación entre el ángulo de Fricción y el índice de Plasticidad (Gibson, 1953)

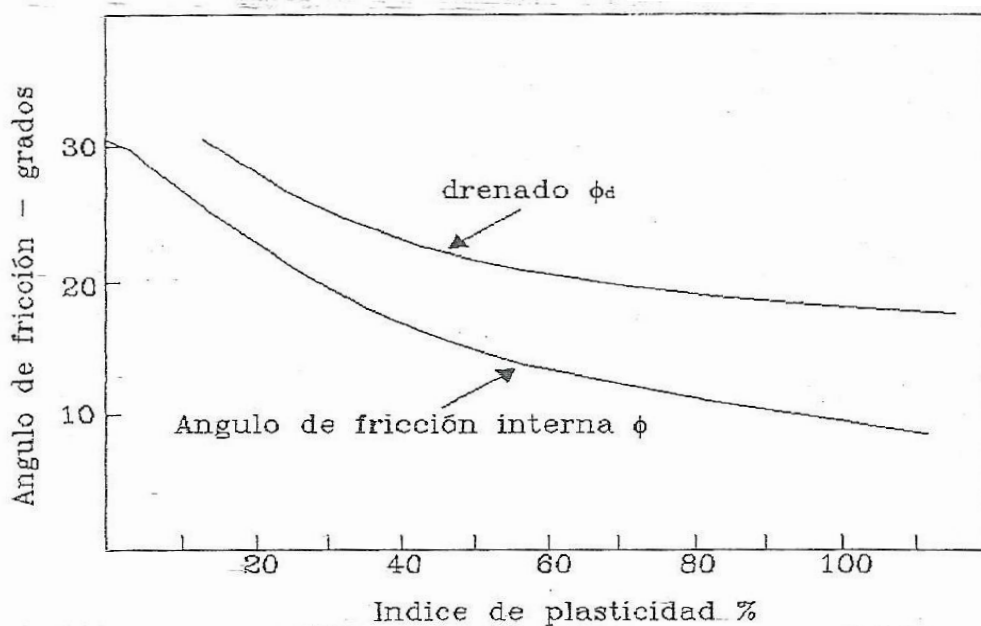


Fig. 9.5 Zonificación Sísmica del Perú

