

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS:

**CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS
CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA**

Para Optar el Título Profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Tasilla Soto Liliana Esther

Asesor:

Dr. Ing. Quispe Mamani Crispín Zenón

Cajamarca – Perú

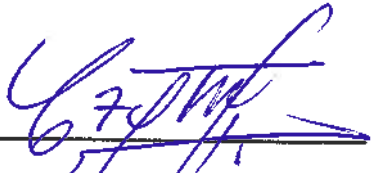


2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador : Liliana Esther Tasilla Soto
DNI : 48410271
Escuela Profesional : Ingeniería Geológica
2. Asesor : Crispín Zenón Quispe Mamani
Facultad : Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
1. Título de Trabajo de Investigación: **CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA – CHOTA.**
2. Fecha de evaluación : 13 de febrero del 2024
3. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
4. Porcentaje de Informe de Similitud : 6%
5. Código Documento : **Oid: 3117:331275177**
6. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 14 de febrero del 2024

	  Dra. Yvonne Katherine Fernández León DIRECTORA
FIRMA DEL ASESOR	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
Nombres y Apellidos: Crispín Zenón Quispe Mamani	
DNI : 29243825	

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

Agradecimiento

A mi alma mater, Universidad Nacional de Cajamarca.

A mis docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica por sus aportes y enseñanzas para el desarrollo de esta investigación, así como en mi formación profesional.

A mis padres por darme la oportunidad de tener una educación, por apoyarme siempre y por los valores que me han inculcado.

Liliana Tasilla

Dedicatoria

A mis padres mi razón de ser, que me brindaron su apoyo incondicional en esta parte de mi vida.

Liliana Tasilla

CONTENIDO

ITEM	Pág.
Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
ÍNDICE DE FOTOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ABREVIATURAS USADAS EN LA TESIS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I	1
CAPÍTULO II	3
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1.1 Internacionales	3
2.1.2 Nacionales	3
2.1.3 Locales.....	4
2.2 BASES TEÓRICAS.	4
2.2.1 Origen y Evolución del Vocablo Karst.....	4
2.2.2 Definición de Karst.....	5
2.2.3 Solubilidad de las Rocas Calcáreas	7
2.2.4 Permeabilidad de las Rocas Carbonatadas	8
2.2.5 Fisuración de las Rocas Carbonatadas.....	9
2.2.6 Teorías sobre la Formación de Karst.....	10
2.2.6.1 <i>El agua de Infiltración Lenta</i>	12
2.2.6.2 <i>El agua de infiltración rápida</i>	13
2.2.7 Evolución del Karst.....	14
2.2.7.1 <i>Evolución Superficial del Karst</i>	14
2.2.7.2 <i>Evolución Subterránea. Espeleogénesis</i>	15
2.2.8 Sistema Kárstico	20
2.2.8.1 <i>Formas exokársticas</i>	21
2.2.8.2 <i>Formas endokársticas</i>	26

	Pág.
2.2.8.3 <i>Regiones kársticas en el Perú</i>	31
2.2.9 Fisuras y fracturas	34
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	35
CAPÍTULO III	36
3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1.1 Geográfica	36
3.1.2 Política	36
3.1.3 Accesibilidad	38
3.1.4 Clima	39
3.1.5 Vegetación	39
3.2 PROCEDIMIENTOS	39
3.2.1 Metodología	39
3.2.1.1 <i>Población de Estudio</i>	41
3.2.1.2 <i>Muestra</i>	41
3.2.1.3. <i>Unidad de Análisis</i>	41
3.2.2 Identificación De Variables	41
3.2.3 Técnicas	41
3.2.4 Instrumentos y Equipos	42
3.3 COMPORTAMIENTO GEOLÓGICO	43
3.3.1 Geología Regional	43
3.3.1.1 <i>Formación Cajamarca (Ks-ca)</i>	43
3.3.1.2. <i>Formación Celendín (Ks - ce)</i>	44
3.3.1.3. <i>Formación Chota (KPc – ch)</i>	45
3.3.1.4. <i>Depósitos cuaternarios</i>	45
3.3.2. Geología Local	46
3.3.2.1. <i>Formación Cajamarca</i>	46
3.3.2.2. <i>Depósitos cuaternarios</i>	47
3.3.3. Geología Estructural	48
3.3.3.1. <i>Pliques</i>	48
3.3.3.2. <i>Fallas</i>	49
3.4.1. Formas exokársticas	50

	Pág
3.4.1.1. <i>Lapiaz</i>	50
3.4.1.2. <i>Dolinas</i>	52
3.4.1.3. <i>Caverna</i>	53
3.4.1.4. <i>Simas</i>	55
3.4.2. Formas endokársticas	56
3.4.2.1. <i>Estalactitas</i>	56
3.4.2.2. <i>Estalagmitas</i>	57
3.4.2.3. <i>Columns</i>	58
3.4.2.4. <i>Macarrones</i>	59
3.4.2.5. <i>Banderas</i>	59
3.4.2.6. <i>Coraloides</i>	60
3.4.2.7. <i>Colada</i>	61
3.4.2.8. <i>Conulito</i>	62
3.4.2.9. <i>Órgano</i>	63
3.4.2.10. <i>Moonmilk</i>	63
3.4.2.11. <i>Gours</i>	64
CAPÍTULO IV.....	66
4.1. Ubicación geográfica y clima	66
4.2. Geología y estructuras geológicas que influyen en el proceso kárstico	67
4.3. Comportamiento kárstico	67
4.4. Contrastación de la hipótesis.....	70
CAPÍTULO V.....	71
5.1. CONCLUSIONES.....	71
5.2. RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1: Accesibilidad, por trocha carrozable al centro poblado de Negropampa. .	38
Foto 2: Vista de la vegetación como arbustos, cebada y pastizales presentes en el Centro poblado de Negropampa.....	39
Foto 3: Vista panorámica de los estratos de la Formación Cajamarca, con DD: 55 y D: 40, se observa que las calizas están meteorizadas formando lenares,.....	44
Foto 4: Formación Celendín, estratos de calizas nodulares margosas (encerrado en círculo color rojo) que afloran en la carreta de Bambamarca a Chota, con DD: 83 y D:45.	44
Foto 5: Formación Chota caracterizada por los sedimentos volcano-clásticos de diferente coloración. Se evidencia los afloramientos en el corte de carretera de Samangay a Chota.....	45
Foto 6: Depósitos cuaternarios (en círculos rojos) producto de la erosión in situ de las rocas de la Formación Cajamarca.....	46
Foto 7: Vista panorámica de la Formación Cajamarca y muestra de mano, se puede observar a la muestra caliza de coloración gris en la parte superficial y en la fresca de coloración crema oscuro.	47
Foto 8: Depósitos cuaternarios en el área, mayormente depositados en las dolinas y en la parte baja del área.....	48
Foto 9: Deformaciones en forma de pliegues que van afectando a la Formación Cajamarca, en la localidad de Negropampa, y favorecen a la infiltración de las aguas superficiales para dar lugar a geoformas kársticas.	49
Foto 10: Se observa surcos estrechos, producto del agua y la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.	50
Foto 11: Lapiaz Rillenkarrén, surcos estrechos, siguen un patrón de disolución en forma circular, se encuentra en la Formación Cajamarca.	51
Foto 12: Dolina circular encontrada en la Formación Cajamarca, de diámetro 6 metros, produciendo un proceso en cadena de infiltración - disolución. ..	53

Foto 13:	Dolina circular encontrada en la Formación Cajamarca de diámetro de 7 metros.	53
Foto 14:	Caverna, formada por la disolución de las rocas carbonatas de la Formación Cajamarca presenta dirección de N238°.	54
Foto 15:	Toma de mediciones de la caverna, que se ha medido 150m. de profundidad con ancho lateral y altura variable en la cual se ha identificado diferentes espeleotemas.	54
Foto 16:	Ingreso a la parte circular de la caverna donde se ha encontrado la mayoría de los espeleotemas.....	55
Foto 17:	Sima formado por la intersección de los planos de debilidad.....	55
Foto 18:	Esta estalactita tiene una forma cilíndrica de 1.47 metros, se encuentra a 135 metros del ingreso a la caverna.....	57
Foto 19:	se observa a una estalagmita (en color azul) que se ha formado en la base de una repisa en la pared de la parte circular de la caverna. De la parte superior de la repisa se observa la formación de una estalactita (en color rojo).	58
Foto 20:	Se observa, en la parte izquierda a la formación de una estalactita y una estalagmita y en la parte derecha a la unión de estos dos espeleotemas dando como resultado una columna. Se encuentra en la sala o zona circular de la caverna a unos 150 m. del ingreso.	58
Foto 21:	Campo de macarrones, ubicado en la sala o zona circular de la caverna a unos 150 metros del ingreso.....	59
Foto 22:	Banderas, este espeleotema se encuentra a 150 metros del ingreso a la caverna, en la parte superior de una de las paredes de la sala o zona circular.	60
Foto 23:	Coraloide nodular formado por goteo del agua. Está presente en las paredes de la sala o zona circular de la caverna.....	60
Foto 24:	Coraloides subaéreos conocidos como uñas.	61
Foto 25:	Colada encontrada en la zona circular de la caverna. esta presencia nos indica el lugar por donde el agua fluye en mayor cantidad.....	62

	Pág.
Foto 26: Conulitos formados por goteo en zona lodosa, se observa alrededor de 10 de estos tipos de espeleotemas de formas circulares.	62
Foto 27: Órganos en forma bulbosa encontrado en la Caverna de Negropampa. .	63
Foto 28: Moonmilk formada a partir de la precipitación de la calcita.	64
Foto 29: Gour encontrado en la caverna.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema en el que se muestran los procesos de formación de los espeleotemas de la cueva. El agua de lluvia se infiltra en el suelo, donde se carga en CO ₂ . A continuación, atraviesa la roca caja. Al llegar a la cueva, el CO ₂ se escapa, y precipitan los minerales que forman los espeleotemas.	5
Figura 2: Mecanismos del proceso de karstificación.	6
Figura 3: Espeleotemas formado en depósitos carbonatados.....	9
Figura 4: Curva de equilibrio de la calcita en agua pura (t=10 °C) y recta de mezcla de aguas (en trazos). A y B = dos aguas en equilibrio pero con pCO ₂ diferente. C = mezcla subsaturada.....	11
Figura 5: Tres fases del ciclo subterráneo. A. Juvenil, dominio de formas de erosión; B. Madurez, abandono de cavidades superiores donde se inician procesos clásticos. Muerte de la caverna superior; C. Sensibilidad, estalagmitización y fosilización de la caverna fosilización de la caverna superior.	17
Figura 6: Evolución de un macizo kárstico.	19
Figura 7: Evolución de dolina a polje.....	22
Figura 8: Depósito carbonáticos endokársticos; tipos morfológicos de espeleotemas.	25
Figura 9: Plano de ubicación.....	37
Figura 10: El porcentaje de precipitaciones por meses en el distrito de Chota.	66

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Evolución de un sistema Kárstico.....	15
Tabla 2: Evolución de un sistema Kárstico.....	18
Tabla 3: Formas kársticas	21
Tabla 4: Principales formas superficiales del karst (Exokársticas).....	25
Tabla 5: Clasificación de espeleotemas dentro de cavernas.....	29
Tabla 6: Tipos de lapiaz	30
Tabla 7: Accesibilidad al centro poblado de Negropampa.	38
Tabla 8: Tipos de investigación utilizada en la presente investigación.....	41
Tabla 9: Materiales y equipos.....	43
Tabla 10: Inventario de lapiaces encontrados en el centro poblado de Negropampa.	51
Tabla 11: Inventario de dolinas encontradas en la investigación.	52
Tabla 12: Inventario de los espeleotemas encontrados en la caverna.....	65
Tabla 13: Cantidad de las manifestaciones kársticas que hay en la localidad de Negropampa- Chota.	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de manifestaciones kársticas en la Formación Cajamarca en el centro poblado de Negropampa.	68
Gráfico 2: Porcentaje de espeleotemas encontrados en la caverna	69

ABREVIATURAS USADAS EN LA TESIS

Atm	:	Unidad de presión denominada atmósfera.
BN	:	Bandera
Ca	:	Caverna.
CL	:	Columna
DL	:	Dolina
ESTC	:	Estalactita
ESTG	:	Estalagmita
et al.	:	Y otros
Fm	:	Formación (Usado para referirse a formación geológica)
GR	:	Gours
LP	:	Lapiaz
Ma	:	Unidad de tiempo equivalente a un millón de años.
MC	:	Macarrones
MM	:	Moonmilk
NE	:	Noreste
NO	:	Noroeste
ORGN:		Órgano
SE	:	Sureste
SO	:	Suroeste
Si	:	Sima
Sum	:	Sumidero

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro Poblado de Negropampa-Chota en la región de Cajamarca; la cual tiene como objetivo caracterizar las geoformas kársticas de las rocas carbonatas de la Formación Cajamarca. Para la investigación se ha tenido conveniente el estudio del comportamiento geológico regional y local, comportamiento estructural evidenciado por la presencia de pliegues y fallas producto de esfuerzos compresivos y distensivos; que en conjunto vienen a ser variables determinantes para la formación del karst. La caracterización de las geoformas kársticas nos ha permitido identificar y cuantificar a las manifestaciones endokársticas como son los lenares, dolinas, sima y caverna que dentro de esta última se encuentran las manifestaciones endokarstica como son los macarrones, estalactitas, estalagmitas, columnas, colada, conulitos, coraloides, gours, moonmilk y banderas. Llegando a determinar que el sistema kárstico pertenece a una transición de un estado juvenil a una etapa de madurez.

Palabras claves: *karts, espeleotema, geoformas kársticas.*

ABSTRACT

The present investigation was developed in the Negropampa-Chota Population Center in the Cajamarca region; which aims to characterize the karst geoforms of the carbonate rocks of the Cajamarca Formation. For the research, it has been convenient to study the regional and local geological behavior, structural behavior evidenced by the presence of folds and faults resulting from compressive and tensional stresses; which together become determining variables for the formation of karst. The characterization of the karst geoforms has allowed us to identify and quantify the endokarst manifestations such as lenares, sinkholes, chasms and caverns, which within the latter are the endokarst manifestations such as macaroni, stalactites, stalagmites, columns, lava flows, conulites. , coralloids, gourds, moonmilk and flags. Arriving to determine that the karst system belongs to a transition from a juvenile state to a stage of maturity.

Keywords: karts, speleothem, karst geoforms.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la localidad de Negropampa aflora la secuencia de rocas Cretácicas de la Formación Cajamarca, encontrándose meteorizadas y fracturadas producto de los esfuerzos tectónicos que han sufrido a lo largo del tiempo geológico, lo cual permite una mayor y rápida infiltración de agua meteórica por la porosidad secundaria de los macizos rocosos.

La formación de un sistema kárstico comienza con la infiltración del agua en el macizo a favor de las fisuras y discontinuidades preexistentes en la roca y teniendo presencia de estructuras primarias y secundarias las cuales pueden favorecer a la formación de geoformas exokársticas y endokársticas.

El estudio se realizó para dar a conocer las estructuras kársticas y poder preservarlas en el tiempo y también se realiza para tener información bibliográfica de dicho lugar como base para futuras investigaciones debido a que las rocas calizas son abundantes en nuestra región y los estudios son escasos. El estudio se realizó mediante cartografiado de las estructuras geológicas y de las geoformas kársticas.

En función a lo anteriormente mencionado, se ha considerado la siguiente formulación del problema: ¿Qué características presenta los macizos kársticos de la localidad de Negropampa - Chota?

Lo cual nos conlleva a tener una respuesta tentativa a nuestro planteamiento del problema y decir que el proceso de karstificación se desarrolla debido a factores estructurales, litológicos y climáticos que a lo largo del tiempo van formando diferentes geoformas kársticas que amplían la diversidad geológica para el desarrollo geoturístico de las Grutas de Negropampa.

La importancia de conocer la caracterización de los macizos kársticos radica en la distribución en gran parte de la superficie de la región y a partir de este estudio poder correlacionar futuras investigaciones en el mismo tema.

La tesis tiene además un enfoque importante en el estudio de las Grutas de Negropampa, un atractivo geoturístico formado a partir de la disolución de las rocas kársticas de la zona de investigación.

El alcance de la presente investigación será descriptivo, analítico y explicativo en la cual se pretende dar a conocer la caracterización de los macizos kársticos que afloran en la localidad de Negropampa – Chota.

Para la elaboración de tesis se han planteado los siguientes objetivos caracterizar las geoformas kársticas de la localidad de Negropampa – Chota como objetivo general y realizar el inventario de los espeleotemas presentes en la caverna, realizar el inventario de las geoformas kársticas superficiales y determinar las estadísticas de las geoformas como objetivos específicos.

Para la investigación se ha estructurado en cinco capítulos.

En el capítulo II que corresponde al Marco teórico; sirven como apoyo en la realización de la investigación y comprende a los antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos.

En el capítulo III que corresponde a materiales y métodos; donde contiene el contexto de la investigación, procedimientos, metodología, identificación de variables, técnicas, instrumentos y equipo, necesarios para la investigación.

El capítulo IV que corresponde al análisis y discusión de resultados; se discutirá la literatura con la investigación asimismo la contrastación de la hipótesis.

Finalmente, el capítulo V que corresponde a las conclusiones y recomendaciones que estarán de acuerdo a los objetivos inicialmente planteados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1 Internacionales

Aguilar et al. (2011), Descripción, clasificación y aspectos geológicos de las zonas kársticas de Costa Rica. Describen los fenómenos kársticos los cuales determinan que están relacionados con diversos procesos geológico- tectónicos.

Uasapud (2021), Evaluación del sistema kárstico y el potencial de patrimonio geológico de los sectores Las Confusas y Agualinda, San Luis – Antioquia. Realiza la caracterización geomorfológica, la identificación geológica y el reconocimiento espeleológico del sistema kárstico. Los resultados obtenidos muestran que en Las Confusas se cuenta con un karst bien desarrollado, y en su área central resaltan las depresiones kársticas y otras geofomas como los valles kársticos.

Bustamante (2003), Procesos de karstificación actual en el área del cerro De la Oliva (Patones, Madrid). Señalan que procesos de karstificación de los materiales cretácicos son activos en la actualidad en régimen freático intraestratal.

2.1.2 Nacionales

Bermúdez et al. (2004), Expedición espeleológica Franco-Peruana. Diferentes autores realizan las descripciones de las características de las cavernas que se encuentran en el departamento de Amazonas.

2.1.3 Locales

Marín (2014), Caracterización de karstificación en rocas carbonatadas en las localidades de Cruzpampa y El Tingo. Concluye que las geoformas kársticas están controladas por la litomorfoestructural que presenta la zona además está controlada por zonas de debilidad del eje del sinclinal tumbado.

Mayta (2011), Caracterización Geológica de los karst en rocas carbonatadas Cajamarca-Encañada. Estudia del proceso de Karstificación, así como la elaboración de un mapa de estructuras kársticas en el distrito de la Encañada, concluyendo que el macizo rocoso ha sufrido procesos de karstificación debido a la existencia de rocas favorables y estructuras como fallas y fracturas.

Fernández (2021), Caracterización morfológica de los karst en rocas carbonatadas del caserío Muchaypungo – Bambamarca. Realiza la caracterización morfológica de las unidades kársticas en formas abiertas y cerradas.

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 Origen y Evolución del Vocablo Karst

Según Kranjc (2011), El término científico internacional karst deriva del nombre de la meseta llamada Kras en Eslovenia (carso en italiano y karst en alemán). La estructura geológica son rocas carbonatadas del Cretácico con líneas tectónicas principales en dirección NO-SE.

La forma alemana Karst se tomó de la italiana. Su "t" final es secundaria, siguiendo la tendencia fonética alemana de que las palabras que terminan en s se extienden por t. De las consideraciones anteriores se deduce que todos los nombres mencionados se originaron en el Carsus latinizado que tiene la raíz kars. Las variantes Kras, Carso y Karst deben haber evolucionado del mismo origen. Según el registro escrito de Ptolomeo mencionado, parece que la raíz kars se desarrolló por omisión de letras de karus (Kranjc, 2011).

En conclusión, el término karst deriva del nombre de la meseta en el fondo de la Bahía de Trieste (Mar Adriático) que se encuentra, la mayor parte, en Eslovenia e Italia. El nombre de la meseta es Kras en esloveno, Carso en italiano y Karst en alemán. El nombre original (prerromano) de la meseta que fue latinizado en la forma Carsus, tenía la raíz kar que es piedra. De la forma acusativa del nombre, Carsum, los nombres modernos evolucionaron en el siglo IX. Durante el siglo XIX, cuando el topónimo Karst se transformó en el término general, la literatura profesional estaba en idioma alemán y, por lo tanto, la forma alemana del nombre Karst se ha tenido en cuenta (Kranjc, 2011).

2.2.2 Definición de Karst

Sistema de drenaje jerarquizado e integrado con flujo hídrico por conductos, que se forma por la disolución de rocas solubles, predominantemente carbonatos y evaporitas, y que generan unas características morfológicas y sedimentológicas subterráneas y superficiales características (Andreu et. al., 2016).

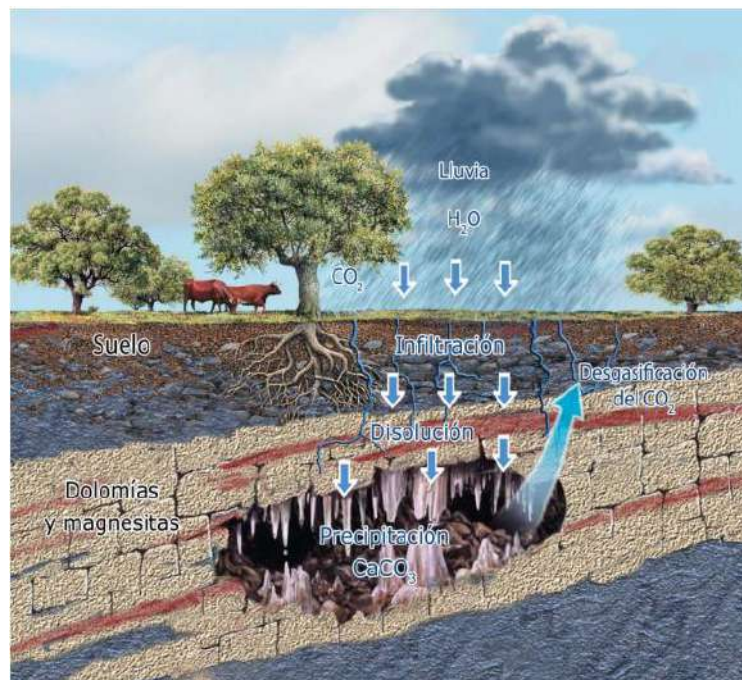


Figura 1: Esquema en el que se muestran los procesos de formación de los espeleotemas de la cueva. El agua de lluvia se infiltra en el suelo, donde se carga en CO₂. A continuación, atraviesa la roca caja. Al llegar a la cueva, el CO₂ se escapa, y precipitan los minerales que forman los espeleotemas.

Fuente: Adaptado de Cuezva et al., (2015).

Los vacíos excavados en la masa rocosa producto de la acción físico-química de las aguas circulantes. El agua es el sujeto activo y la roca el soporte pasivo de su acción. La circulación del agua es un proceso dinámico y la relación anterior implica una organización progresiva del drenaje subterráneo que tiene por consecuencia una jerarquización de los vacíos excavados. (Mangin, 1982).

Bakalowicz (1982), En este sistema intervienen procesos hidrogeológicos relacionados a su vez con condiciones morfogenéticas regionales. En el interior del sistema existe una interacción entre la cinética de los equilibrios químicos responsables de la disolución y la velocidad y características de las circulaciones. Esta interrelación permite explicar la génesis simultánea de una estructura subterránea y de una morfología de superficie asociada a ella.

Por ello, la reducción de la definición de Karst a una morfología resultante de la disolución, es particularmente inadecuada cuando no simplemente errónea. (Galán, 1991).

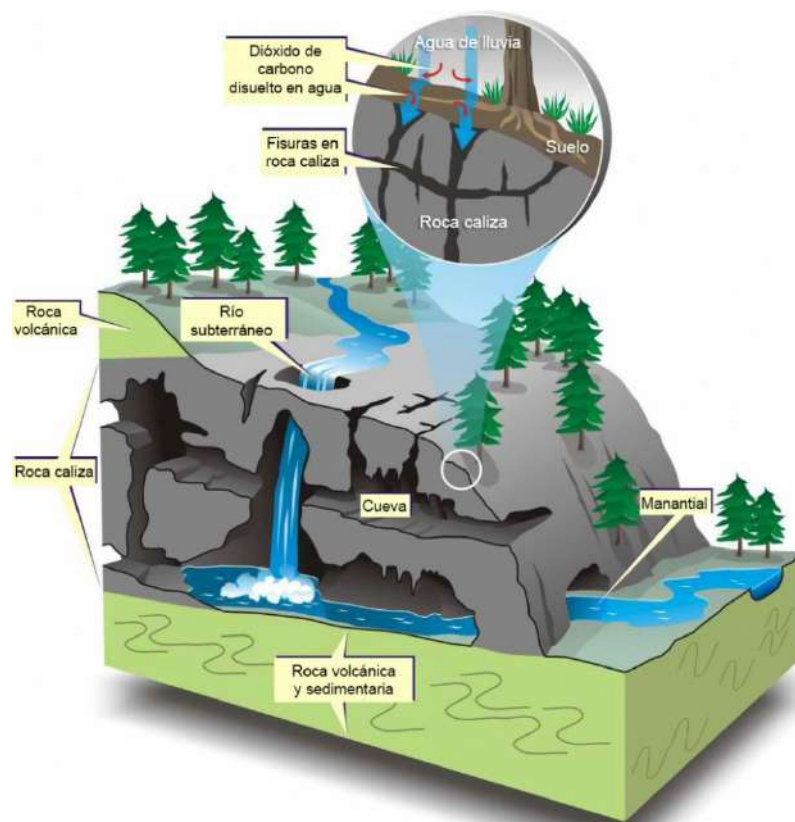


Figura 2: Mecanismos del proceso de karstificación.
Fuente: Modificado de McColl et al., (2005).

En rocas carbonatadas como las calizas, es necesario que el estado inicial de la roca sea favorable a la infiltración y que exista un gradiente hidráulico. En ello interviene la litología de los materiales y su grado de fracturación. Pero el aspecto primordial aparece una vez que una parte de las aguas infiltradas logran crear caminos preferenciales para conducir la infiltración rápida, lo que es condicionado a su vez por las diferencias de potencial (hidráulico) entre las distintas partes del karst. Y está en relación a sí mismo con el dispositivo topográfico y presencia de niveles de base hacia los cuales pueda drenar subterráneamente el sistema. Las condiciones hidrogeológicas de conjunto permiten explicar la existencia de zonas de intensa karstificación junto a otras poco o nada karstificadas. (Galán, 1991).

2.2.3 Solubilidad de las Rocas Calcáreas

Grieman y Grieman (1999), Las rocas calcáreas están formadas esencialmente por carbonato cálcico CO_3Ca , poco soluble en el agua pura.

Importancia de la Disolución de las Rocas Calcáreas.

Acción de la corrosión. La acción disolvente del agua cargada de anhídrido carbónico lleva consigo la corrosión de las rocas calcáreas. Este fenómeno es el rasgo determinante de todas las características kárstica.

Llopis (1970), Las posibilidades de disolución de la caliza depende de dos factores: de la composición química de la caliza y de la acidez del agua kárstica. El contenido en CO_3Ca de la caliza es esencial para la disolución; las calizas muy puras, con porcentajes del orden de un 96 por 100 en carbonato de calcio, son muy solubles; la solubilidad disminuye a medida que disminuye también el porcentaje en CO_3Ca .

En conclusión, la solubilidad de la caliza sólo puede realizarse bajo la forma de bicarbonato de calcio, de tal modo que es necesaria la previa transformación en $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$, puesto que el CO_3Ca es completamente insoluble. (Roques, 1915)

Al hablar del agua kárstica, hemos indicado ya que el CO_2 contenido en el agua es el principal responsable de esta transformación.

Bakalowicz (1986); dice que el agua de origen nival o glaciario disolverá mayor cantidad de caliza que el agua de un Karst templado o tropical. Las siguientes cifras nos ilustran a este respecto:

A 0°C al agua se disuelve 2,15 l. de CO₂.

A 15°C al agua se disuelve 1,0 l. de CO₂.

A 25°C al agua se disuelve 0,8 l. de CO₂.

La disolución de la caliza puede ser de dos tipos: disolución masiva y disolución sobre fisuras.

Roques (1963), la disolución masiva se realiza siempre sobre leptoclasas o sobre diaclasas submacroscópicas, de tal manera que el proceso mecánico se realiza en realidad sobre fisuras (Planos de debilidad). No obstante, los planos de las fisuras no son las zonas óptimas para la disolución, sino que ésta será la máxima en la intersección de dos planos de fisura, sea plano de estratificación y diaclasa o dos planos de diaclasa.

En estas intersecciones se juntan dos soluciones de continuidad que determina la generación de un conducto incipiente por el agua que penetra más fácilmente.

2.2.4 Permeabilidad de las Rocas Carbonatadas

Grieman y Grieman (1999). Las rocas calcáreas se caracterizan por presentar una permeabilidad de fisuras. Sin embargo, no puede excluirse la permeabilidad intersticial, que debe ser tomada en consideración. El predominio de un tipo u otro de permeabilidad, es función de la litología, de la petrografía y de las acciones orogénicas. La permeabilidad de fisuras depende de las dimensiones, frecuencia y orientación de éstas. La presencia de hendiduras muy finas y estrechas pueden dar lugar a la aparición de una película capilar típica.

Debemos distinguir entre la permeabilidad intrínseca del material original y la permeabilidad adquirida por fisuración, abertura de espacios vacíos, consecuencias de las acciones de consolidación, de la corrosión y de las deformaciones tectónicas.

Hemos insistido en el hecho de que la corrosión de las calizas, si bien amplía las fisuras, libera en contrapartida materiales sólidos que colmatan los espacios vacíos. Por consiguiente, la permeabilidad puede aumentar, en las calizas puras y en las dolomías, por la acción de la corrosión: es la permeabilidad creciente. (Grieman y Grieman 1999).

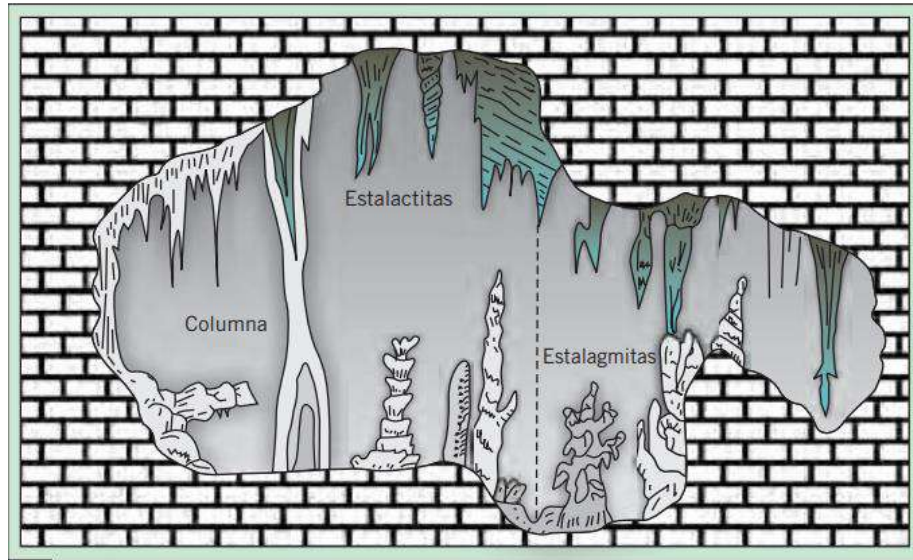


Figura 3: Espeleotemas formado en depósitos carbonatados.

Fuente: Tomado de Selby, (1985)

2.2.5 Fisuración de las Rocas Carbonatadas

Las fisuras dan a los depósitos calcáreos una heterogeneidad. Las fallas y las zonas de trituración son accidentes importantes, del orden de unos metros o de varios kilómetros, que afectan a una potencia relativamente grande de terreno. Presentan por lo general desplazamientos relativos de los materiales afectados, así como, a menudo, fenómenos de trituración. Las diaclasas son fisuras de unos centímetros o unos metros que afectan a los estratos. Los planos de estratificación separan los estratos y marcan la estratificación. Son de origen sedimentario y contemporáneos de los depósitos. (Benavente y Sanz 1998).

Origen de la Fisuración

Los accidentes que interrumpen la homogeneidad de las rocas calcáreas tienen dos orígenes principales: sedimentológico y mecánico. La sedimentología es la causa de los planos de estratificación y de las diaclasas producidas por la consolidación de los depósitos. Las acciones mecánicas tienen por origen bien sea la compactación de los sedimentos bajo la acción del peso de los materiales suprayacentes, bien sea los esfuerzos tectónicos. Originan las diaclasas, las fallas y las zonas de trituración. Por último, debemos mencionar el papel importante de corrosión que amplía las fisuras y desempeña una acción dinámica. Mencionemos también los fenómenos térmicos (heladas y deshielos, diurnos y nocturnos) cuyo efecto queda limitado a las capas superficiales. (Grieman y Grieman 1999).

2.2.6 Teorías sobre la Formación de Karst

Existen propuestas diversas para explicar la formación del karst en calizas.

Bakalowicz, (1986), La teoría de la corrosión por mezcla de aguas propuesta por Bogli en el año 1964 es la más difundida de todas; se apoya en el hecho de que la relación entre la concentración del ion calcio (Ca^{2+}) y la presión parcial de CO_2 (pCO_2), en el equilibrio, es una función curvilínea; en consecuencia, la mezcla de dos aguas en equilibrio, pero con pCO_2 diferentes, es necesariamente sub saturada y por tanto agresiva (ver Figura 4).

Según Bogli (1964), tales mezclas son posibles en la zona inundada, ya que el agua de infiltración proviene de lugares diferentes. Los déficits de saturación así creados engendrarían un reinicio de la disolución en profundidad

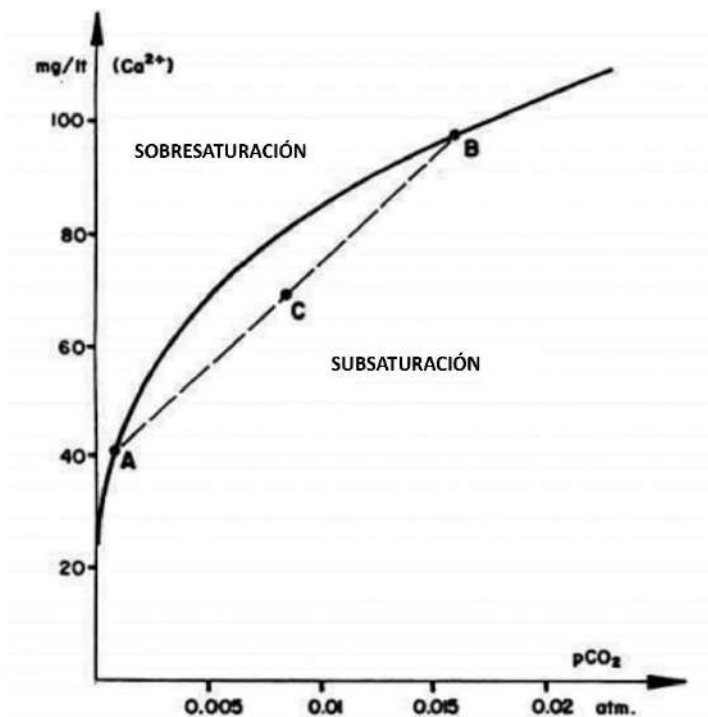


Figura 4: Curva de equilibrio de la calcita en agua pura ($t=10\text{ }^{\circ}\text{C}$) y recta de mezcla de aguas (en trazos). A y B = dos aguas en equilibrio pero con $p\text{CO}_2$ diferente. C = mezcla subsaturada.

Fuente: Modificado de Bakalowicz, (1986)

Miserez (1973), ofrece una demostración experimental en el mismo sentido. En efecto, si las concentraciones de CO_2 no son muy diferentes, la mezcla que se produce es una porción lineal de la curva de equilibrio, y no puede por tanto ser agresiva. Adicionalmente, Dreybrodt (1981), demuestra que la relación de mezcla debe estar comprendida necesariamente entre 0,1 y 0,9 y que habitualmente no existe tanta variabilidad espacial entre los distintos ingresos de agua al karst. Por otro lado, el modelo de Bogli supone que la mezcla no evoluciona en el curso del tiempo, ni en calidad ni en cantidad. Del mismo modo, aunque el problema de la materia orgánica y su oxidación es aun insuficientemente conocido, parece ser que lo esencial de esta introducción en el karst ocurre bajo la forma de compuestos húmicos hidrosolubles, poco susceptibles de ser oxidados y por tanto de aportar CO_2 .

Pero lo esencial, o el problema de fondo en todos estos modelos, es que sus autores no consideraban al karst como un acuífero, reduciendo todo a un problema químico bajo condiciones de laboratorio. Su postulado de base admite que el agua adquiere la totalidad de su quimismo en la proximidad de la superficie. La karstificación ha sido entonces relacionada con la cinética química, ignorando o desestimando la heterogeneidad real del karst y su comportamiento físico. Las observaciones y datos de campo han demostrado que la karstificación es comandada esencialmente por la circulación del agua Bakalowicz (1986), invalidando de esta forma los postulados anteriormente comentados.

Mangin (1975) plante un modelo coherente que da cuenta a la vez de la génesis, estructura y funcionamiento del acuífero kárstico, y que se complementa con las observaciones geoquímicas de Bakalowicz (1975, 1979). Estos autores dicen que en el acuífero kárstico existen dos modos de infiltración: una infiltración rápida, que puede llegar a la zona inundada en pocas horas, siguiendo algunas discontinuidades mayores; y una infiltración lenta, realizada en forma difásica (mezcla de agua y aire) a través de la fisuración de conjunto e incluso de la porosidad de la roca. En la parte inundada del karst existe a su vez una red de drenaje, asiento de circulaciones rápidas, y una serie de sistemas anexos o reservas anexas al drenaje, que permiten el almacenamiento.

2.2.6.1 *El agua de Infiltración Lenta*

Puede recorrer los 10 o 15 primeros metros en varios días, es responsable de la disolución en la zona superficial. Esta agua importa el CO₂ desde el suelo a toda la zona de infiltración, que constituye por tanto un vasto reservorio de CO₂. Si esta agua permanece cierto tiempo almacenada en la zona epikárstica, es sometida a procesos biológicos que la puede enriquecer considerablemente en CO₂ y empobrecer en SO₄₋₂ y K⁺, y puede también sufrir una reconcentración en Cl por evapotranspiración; estas variaciones son estacionales. Pero, además, el agua de infiltración lenta está sometida permanentemente a intercambios de CO₂ con la fase gaseosa asociada, de forma que existe una relación entre su tasa de sobresaturación en carbonatos y su pCO₂ equilibrante (Bakalowicz, 1982).

Si existen amplios vacíos o grutas abiertos al exterior, el CO₂, contenido en las fisuras de la roca y asociado al agua de infiltración, difunde lentamente hacia las grutas a pCO₂ mucho más débil. Así, el conjunto de la zona de infiltración es un reservorio de CO₂ y contribuye a proporcionar al agua el CO₂ necesario para la disolución. Estos hechos invalidan la suposición de que el CO₂ proviene solamente del horizonte pedológico, como habitualmente ha sido dicho. (Bakalowicz, 1982).

2.2.6.2 El Agua de Infiltración Rápida

Entra enseguida en equilibrio con el CO₂ de la atmósfera subterránea; ella comienza a disolver el carbonato de la roca encajante, pero permanece netamente subsaturada, en general, hasta alcanzar la zona inundada. A este nivel, el agua de infiltración rápida dispone de un poder de disolución inversamente proporcional a su tiempo de estadía en la zona de infiltración. Por consiguiente, la infiltración rápida desplaza a profundidad las condiciones de disolución de superficie que posee la infiltración lenta. Este hecho, dinámico, es de fundamental importancia para comprender la génesis del endokarst y sobre todo la karstificación de las zonas profundas. Puede entenderse también que en la evolución del sistema la infiltración rápida experimenta un desarrollo progresivo, acompañando el establecimiento de una red de drenaje subterráneo progresivamente más importante y extenso; es decir, la infiltración rápida acelera el movimiento del agua de circulación lenta contenida en la red de fisuras y amplía la karstificación a volúmenes progresivamente más grandes de roca. Para que estas condiciones se cumplan es necesario que el estado inicial de la roca sea favorable a esta infiltración rápida. Es aquí donde interviene la fracturación, por la creación de discontinuidades; pero el aspecto primordial aparece una vez que una parte de las aguas de infiltración logran crear caminos preferenciales que conducen la infiltración rápida. (Bakalowicz, 1982).

2.2.7 Evolución del Karst

2.2.7.1 Evolución Superficial del Karst

Llopis (1952), La karstificación comienza con fenómenos de disolución superficial que caracterizan su período juvenil; primero se establecen campos de lapiaz, y comienzan en las zonas de poca pendiente la generación de dolinas allí donde existen elementos tectónicos que la favorecen. Existe, pues una primera fase de lenarización o lapiaciación, comienzo del modelado kárstico la fase inmediata es la de dolinización o desarrollo de dolinas; se forman campos de dolinas aisladas que pueden cubrir superficies muy extensas; una vez iniciada ya la dolinización siempre con la lenarización que progresa intensamente, puesto que el escurrimiento continúa y aun se hace más intenso.

El periodo de madurez se caracteriza sobre todo por la aparición de dolinas conjugadas y úvalas y por un mayor desarrollo de los campos de lapiaz, que se hacen más extensos y sobre todo se excavan profundamente. Las dolinas pierden sus contornos circulares, se conjugan unas con otras y se hacen progresivamente más profundas; aparecen algunas simas en los fondos de las dolinas; la absorción en general se hace mucho más intensa; en las fases finales del periodo de madurez hacen ya su aparición los poljes generados por conjugación de las úvalas.

En cuanto a los grandes poljes de origen tectónico, han podido hacer ya su aparición en los primeros momentos de la karstificación. En este periodo desaparecen totalmente las aguas superficiales y la abundancia de dolinas y los sumideros hacen que la circulación se totalmente hipogea.

El periodo de senilidad se caracteriza por la degradación de las formas kársticas superficiales, ausencia de dolinas, cuyas dimensiones son enormes a consecuencia de la conjugación formando úvalas y poljes:

La evolución kárstica a de resumirse a degradar primero y destruir después los restos de la masa caliza. Entonces se desarrollan las formas residuales y el paisaje adquiere unas características inusitadas, esta topografía es llamada ruiniforme por algunos morfólogos, nombre que no puede ser más exacto, puesto que en efecto están formadas por las ruinas del Karst.

Tabla 1: Evolución de un sistema Kárstico.

EVOLUCIÓN SUPERFICIAL DEL KARST	
PERIODO	FASE
JUVENIL	1.- Lenarización. Dominio de circulación superficial
	2.- Dolinización, interfiriendo con la anterior.
MADUREZ	3.- Uvalización. Conjugación de dolinas y generación de poljes. Circulación hipogea
	4.- Degradación. Generación de cañones. Vuelta a la circulación epigea.
SENILIDAD	5.- Destrucción. Generación de topografía ruiniforme. Circulación epigea.

Fuente: Modificado de Llopis, (1952).

2.2.7.2 *Evolución Subterránea. Espeleogénesis*

Llopis (1952), Simultáneamente a la evolución superficial se produce la evolución subterránea. La evolución subterránea empieza con un periodo embrionario, durante el cual la penetración del agua a través de las fisuras se hace gota a gota y en conducción forzada después, cuando la disolución ha progresado suficientemente para generar conductos. El agua acumulada en estos conductos permanecería estática y acabaría por emerger a la superficie si no existiera ningún sistema de infiltración, pero cuando un valle alóctono corta la caliza, se produce inmediatamente un afloramiento hídrico, surgencia o manantial kárstico, dividiéndose inmediatamente la masa caliza en dos regiones: la situada por encima del manantial o región hidrodinámica y la situada por debajo o región hidrostática. profunda permanece intacta y su evolución es extremadamente lenta. El periodo juvenil de las formas de conducción se caracteriza por la circulación forzada o circulación a presión hidrostática, durante el cual se generan las formas de erosión cilindroideas o arrosariadas, siempre de diámetros modestos. Estos momentos de la evolución subterránea corresponden en superficie al de lenarización y comienzo de dolinización. El periodo juvenil de las formas de conducción del Karst termina con los primeros procesos kársticos que determinan derrumbamientos.

Periodo de madurez. Los primeros derrumbamientos se producen cuando las bóvedas de las cavidades alcanzan gran altura, como resultado de los procesos de decalcificación por una parte y de la excavación de los ríos por otra. Estos derrumbamientos generan caos de bloque que obstaculiza la libre marcha de las aguas y crean niveles de base locales, generándose muchas veces lagos.

En cuanto a las formas litogénico puede comenzar a producirse antes de los derrumbamientos puesto que en efecto tenemos muchos ejemplos de ríos subterráneos en cuyas bóvedas se producen procesos de estalactización.

Periodo de senilidad. Se caracteriza por el predominio de la sedimentación litoquímica el proceso de estalactitización adquiere dimensiones extraordinarias. Lo frecuente es que las infiltraciones sean suficientemente abundantes para producir un proceso litogénico muy desarrollado los suelos se de las cavernas se cubren de cortezas estalagmíticas.

La terminación del periodo de senilidad de la caverna consiste, o bien en su total fosilización, por el progreso de la estalagmitización, o en su muerte por anulación de la infiltración y aborto del proceso de estalagmitización.

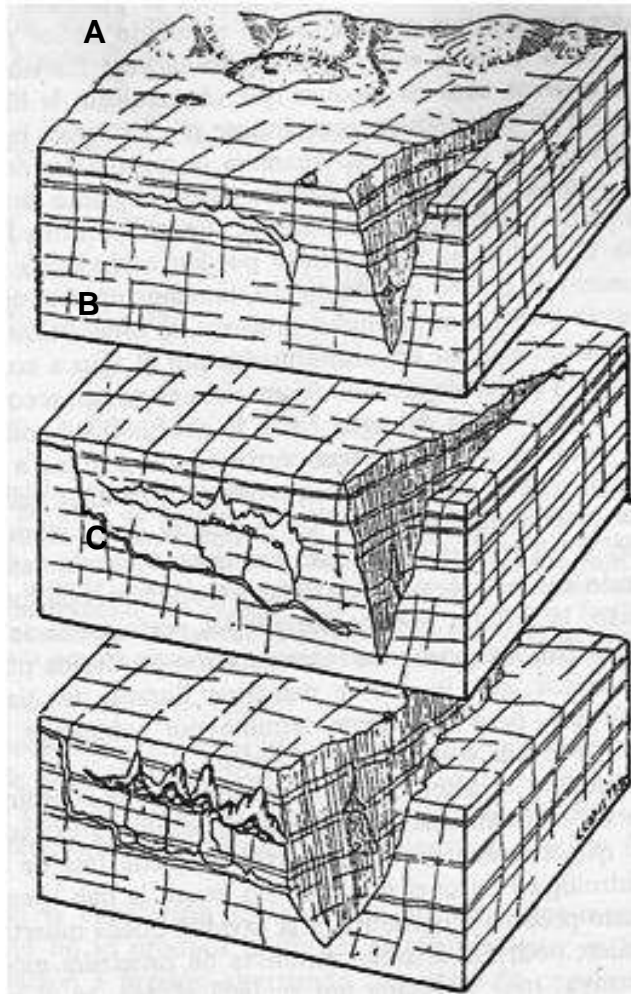


Figura 5: Tres fases del ciclo subterráneo. A. Juvenil, dominio de formas de erosión; B. Madurez, abandono de cavidades superiores donde se inician procesos clásticos. Muerte de la caverna superior; C. Sensibilidad, estalagmitización y fosilización de la caverna superior.

Fuente: Tomado de Llopis, (1952).

Tabla 2: Evolución de un sistema Kárstico.

EVOLUCIÓN SUBTERRÁNEA. ESPELEOGENESIS	
PERIODO	FASE
EMBRIONARIO	1.- Infiltración a lo largo de las fisuras. Predominio de la disolución
	2.- Acumulación y circulación a presión hidrostática por conductos embrionarios. Dominio de la disolución; intervención de la erosión
JUVENTUD	3.- Circulación a presión hidrostática, por generación de surgencia. Instalación de aparatos kársticos. Equilibrio de disolución y de erosión.
	4.- Circulación fluvial, mixta al principio. Dominio de la erosión sobre la disolución.
MADUREZ	5.- Fases clásticas. Generación de caos, conos, etc., accidentación de los talwegs fluviales
	6.- Fases de estalagmitización. Generación de formas litoquímicas. Las fases 5 y 6 pueden alternar y repetirse varias en el decurso de un proceso espeleogénico. Continúa en todas ellas la circulación fluvial.
SENILIDAD	7.- Sedimentación, autóctona o exótica. Comienza el relleno de las cavidades kársticas. Desaparece la circulación fluvial, comenzando por ser intermitente y terminando con la muerte hídrica
	8.- Fosilización, autóctona o exótica. Relleno total de las cavidades por los sedimentos. Las fases 7 y 8 pueden alternar con fases clásticas y de estalagmitización.

Fuente: Modificado de Llopis, (1952).

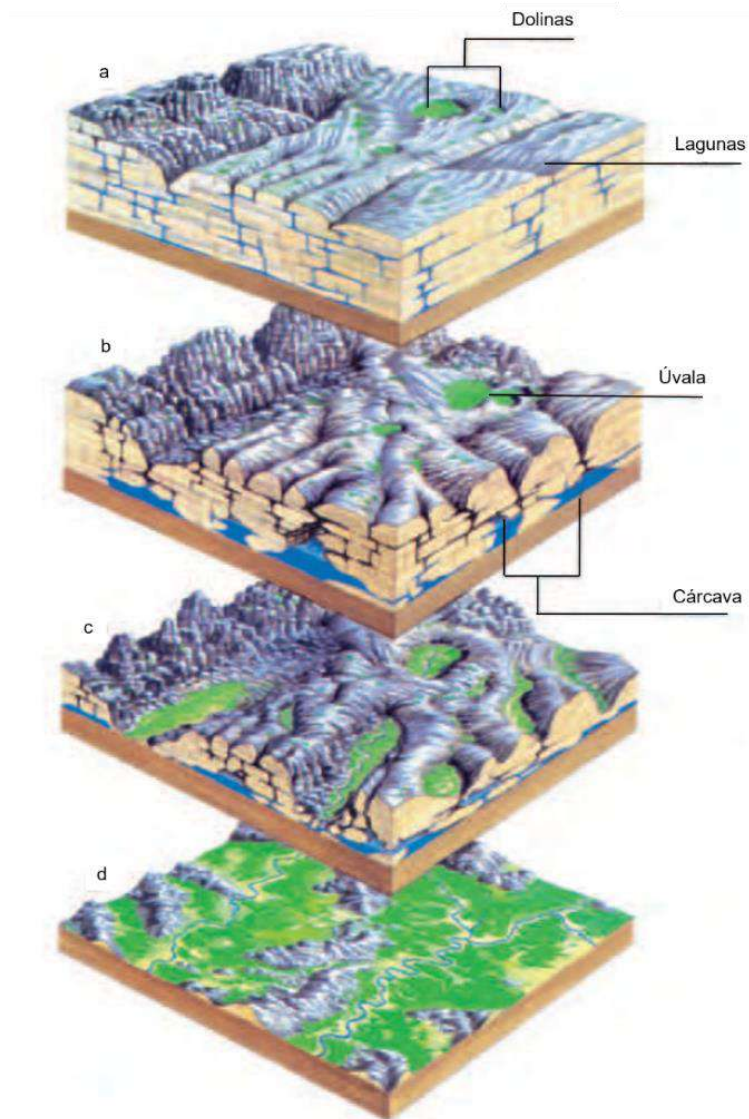


Figura 6: Evolución de un macizo kárstico.

Fuente: Tomado de Navarro, (2003).

Según Navarro (2003), la evolución del macizo kárstico presenta 4 fases:

- a) Fase embrionaria, el agua de lluvia y la nieve actúan sobre la superficie caliza, disolviéndola, dando lugar a un paisaje kárstico incipiente. La presencia de fracturas favorece la disolución. En esta fase el proceso dominante es la disolución y la erosión del material carbonatado.
- b) Fase de Juventud, la circulación y la infiltración de agua por todo el cuerpo calizo va a incrementar la disolución de las calizas, desarrollando más formas superficiales y subterráneas.

- c) Fase de Madurez, el paso del tiempo va acentuando las formas del relieve, dando lugar a modelados muy singulares. En esta fase se forman los primeros espeleotemas en el interior de las cavidades.
- d) Fase de Senilidad La superficie caliza es prácticamente eliminada, salvo pequeños islotes que se resisten a la disolución, generándose una superficie más o menos plana cubierta de sedimentos. Además, las cavidades subterráneas comienzan a rellenarse hasta terminar colmatándose. En esta última etapa los procesos dominantes son la sedimentación y la fosilización.

2.2.8 Sistema Kárstico

Navarro (2003), El agua de lluvia o de fusión de la nieve y las aguas subterráneas son capaces de disolver las rocas solubles en un lento proceso que dura miles, cientos de miles y a veces millones de años. El paisaje resultante se denomina karst o paisaje kárstico. Se caracteriza por la presencia de abundantes formas de disolución en superficie y un complejo sistema de redes de cavidades subterráneas. Los karsts más frecuentes y conocidos se generan sobre calizas. Se debe a que las calizas son un tipo de roca muy soluble y, además, muy abundante en nuestro entorno mediterráneo. No obstante, pueden generarse formas de modelado kárstico en otros tipos de rocas menos comunes, tales como las evaporitas, cuarcitas, e incluso sobre hielo, en zonas polares. La disolución se produce a través de una reacción química. En ella interviene por un lado el agua de lluvia o de fusión de nieve, con abundante dióxido de carbono disuelto, que le confiere una cierta acidez, y la roca caliza, dando como resultado bicarbonato cálcico componente que se disuelve fácilmente en el agua.

En la velocidad del proceso de disolución pueden incidir otros factores, como el grado de fracturación (diaclasas y fallas) de la caliza, que favorece la infiltración del agua y el desarrollo de procesos de disolución en el interior del macizo; y la pureza de la roca caliza, que se traduce en una mayor proporción de carbonato cálcico. Las formas del modelado kárstico atienden a muy diferentes clasificaciones. Una de ellas, de origen genético, queda resumida, de modo muy simplificado, en la siguiente tabla:

Tabla 3: Formas kársticas

Formas kársticas	Exokársticas	Disolución	Dolinas y úvalas Poljes Lapiaces, lenares o karren
		Acumulación	Travertinos o tobas
	Endokársticas	Disolución	Simas Cavernas
		Reconstrucción	Espeleotemas

Fuente: Navarro, (2003).

2.2.8.1 Formas exokársticas

❖ **Formas Cerradas:**

Lapiaz: Llamado también carren o lenar, es posiblemente la forma inicial más sencilla de karst embrionario que puede degenerar, posteriormente en dolinas. Se presentan, generalmente, como un conjunto de pequeñas acanaladuras o surcos estrechos (desde centímetros, microlapiaz, hasta 1 metro, megalapiaz) separadas por crestas, a menudo agudas; o bien por orificios tubulares. Aparecen normalmente en superficies más o menos inclinadas y ausentes de vegetación. (Llopis, 1970).

Dolinas: El resultado de la infiltración del agua por las intersecciones de dos diaclasas y por las fisuras menores es la creación de una zona de máxima disolución, y en su consecuencia, se producirá allí una mayor emigración de caliza disuelta, hacia abajo, y la consiguiente pérdida de volumen del conjunto. Estos fenómenos tienen por núcleo la ya indicada intersección de diaclasas y van disminuyendo concéntricamente a partir de este punto hasta anularse. Un ancho círculo de caliza, cuyo centro es la intersección, estará pues, afectado por este fenómeno con tanta mayor intensidad cuanto más próxima está la zona al centro. La emigración de caliza, separación de terrarossa de decalcificación y consiguiente pérdida de volumen, determinará el hundimiento lento de toda la zona afectada a partir de su centro, originándose entonces una depresión circular en principio embudiforme, llamada dolina. (Llopis, 1970).

Úvalas: Cuando las dolinas evolucionan en superficie más rápidamente que en profundidad, es frecuente que los bordes de dos individuos próximos se conjuguen, originando una depresión más amplia, llamada úvala, pero que ha perdido ya su forma primitiva, condicionada exclusivamente por la estructura y la disolución. (Llopis, 1970).

Poljes: Constituyen las formas de absorción del karst, de mayor extensión superficial. Polje significa llanura o campos en el lenguaje Yugoslavo, y en realidad morfológicamente no difiere gran cosa de las fosas tectónicas o graben; sus formas son alargadas en sentido de los accidentes tectónicos. Desde el punto de vista Hidrológico hay tres tipos de poljes: 1) Poljes secos, situados generalmente a mayores altitudes; 2) Poljes inundados recurrentemente, y 3) Poljes inundados permanentemente. Los segundos tienen un funcionamiento complejo, puesto que se inundan total o parcialmente durante los periodos húmedos y quedan en seco durante las sequias. (Fernández, 1965).

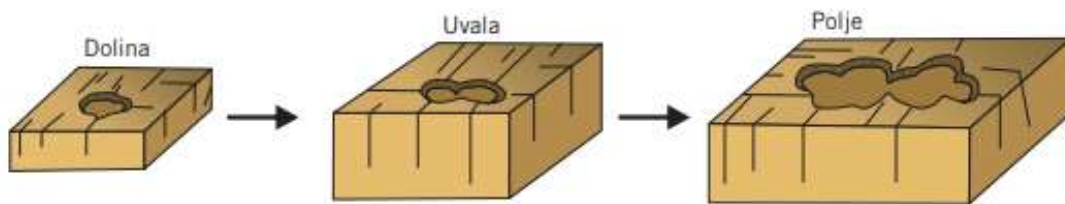


Figura 7: Evolución de dolina a polje

Fuente: Modificada de Llopis, (1970).

Valles Muertos, Perdidos y Valles Ciegos: Son valles que han dejado de funcionar a consecuencia de la karstificación en las zonas de sus cabeceras. Estas formas se encuentran frecuentemente en todas las regiones kársticas a consecuencia de que el 90% de los karsts se han generado durante el Cuaternario y, por tanto, han sufrido los acusados cambios climáticos glaciares e interglaciares. Durante los pluviales interglaciares, los aparatos kársticos no podían absorber la totalidad de las precipitaciones, y así se formaron redes fluviales permanentes o accidentales en las regiones kársticas que dejan de funcionar durante los glaciares y que hoy encontramos en forma de valles muertos.

Los valles ciegos, son formas fundamentalmente estructurales desarrolladas sobre haces de diaclasas, o sobre fallas, que presentan formas alargadas en la dirección del accidente que las ha originado; estos valles ciegos pueden estar recorridos por arroyos epigeos subsecuentes, cuya hidrografía han sido desorganizada por el karst. Si sobre uno de estos valles epigeos comienza a producirse una absorción kárstica, la circulación epigea se desorganiza y se produce divisorias de agua subterráneas y superficiales a lo largo del valle subsecuente, originándose así los valles ciegos.

Un último tipo de absorción en formas cerradas lo encontramos en las que podemos llamar zonas de pérdidas, que constituyen una forma de transición a las formas abiertas. En efecto, en muchos ríos que cortan regiones kársticas, procedentes de otras áreas no calizas se observan sensibles disminuciones de caudal cuando salen de la región kárstica. Estos caudales desaparecidos deben haber sido absorbidos por diaclasa o fracturas existentes en la vaguada e incorporados a la circulación kárstica general del macizo. Cuando los caudales que tienen los ríos son precarios e inferiores a los que se absorben en las zonas de pérdida, el río queda en seco en una zona de corta extensión (Llopis, 1974).

❖ **Formas abiertas:**

Las formas de absorción abiertas difieren fundamentalmente de las cerradas en volúmenes de agua que son capaces de absorber; en ellas la absorción se realiza en masa, contra lo que ya hemos visto ocurre en las formas cerradas. No obstante, entre unas y otras existen estrechas relaciones, que comienzan ya en la génesis de las formas abiertas más elementales. (Llopis, 1974).

Simas: Cuando la evolución de la dolina progresa más en profundidad que en superficie, se produce una continua depresión de la misma; este progresivo hundimiento es consecuencia que la dolina se ha instalado sobre un haz de diaclasas o sobre una falla, es decir, sobre un accidente que facilita excepcionalmente la disolución. Esto sólo puede ocurrir cuando por debajo de la misma existen ya huecos determinados por la propia disolución o que ya existían antes de la instalación de la dolina.

La evolución de la dolina es un proceso lento que se desarrolla paralelamente a la evolución de todo sistema kárstico, de manera que ha de pasar largo tiempo hasta que pueda producirse el hundimiento de una dolina. Cuando esto existe la dolina puede sufrir un hundimiento brusco que determine un desplazamiento rápido de bloques y terrarossa hacia el interior del sistema kárstico, originándose de este modo una forma de absorción abierta, denominada sima cuya topografía es fundamentalmente de desarrollo vertical. (Llopis, 1970).

Sumideros: En la fase dolina la absorción es lenta, puesto que como ya hemos dicho se realiza gota a gota, mientras que al aparecer las dolinas satélites es ya mucho mayor, aumentando considerablemente en el momento de formarse la sima, puesto que entonces la absorción es masiva. En este caso la sima recibe el nombre de sumidero. Los sumideros pueden actuar constantemente siendo entonces permanentes, en este caso constituyen las absorciones normales de arroyos y a un río interior. Otras veces pueden ser accidentales que actúan únicamente durante las crecidas de los ríos o en periodos de fuertes precipitaciones; finalmente, existen también sumideros periódicos que tienen régimen estacional o funcionan en primavera durante la fusión de nieves o en otoño durante los periodos lluviosos. (Llopis, 1970).

Cavernas o Cuevas: Con este nombre se designan generalmente las formas de conducción penetrables del karst, con desarrollo horizontal; también se designa más específicamente con el nombre de cuevas, reservándose tal vez el de grutas, cuando tienen una intensa ornamentación estalactita. Cavernas puede significar también toda clase de antros subterráneos naturales, sea cualquiera su topografía, incluyendo simas y cuevas, es decir, cavidades verticales y horizontales. En cuanto al origen de las cavernas hay que buscarlo en el propio fenómeno kárstico, como resultado de la acción conjunta de la disolución y de la erosión sobre las fisuras, las cuales van siendo progresivamente ensanchadas por estos procesos; los volúmenes de aguas absorbidas y circulantes van siendo mayores, hasta que llega el momento en el que el volumen de las cavidades es superior al del agua circulante, en cuyo momento nace la caverna. (Llopis, 1974).

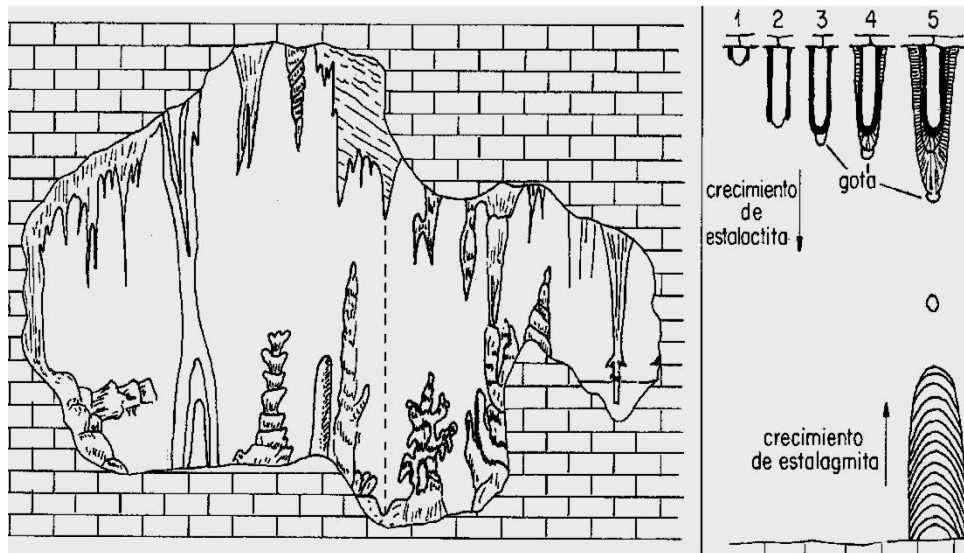


Figura 8: Depósito carbonáticos endokársticos; tipos morfológicos de espeleotemas.
Fuente: Tomado de Selby, (1985).

De acuerdo con Llopis (1970), el sistema kárstico consta esencialmente de tres grupos o conjuntos de fenómenos que podemos denominar formas kársticas.

- Grupo de Formas de absorción. Formas epigeas por las cuales se produce la infiltración de las aguas que han de generar los fenómenos kársticos. (morfología kárstica)
- Grupo de formas de conducción. Conjunto de formas hipogeas por las cuales tiene lugar la circulación (cavernas).
- Grupo de formas de emisión, o conjunto de formas kársticas por las cuales se integra el agua a la circulación epigea normal. (surgencias).

Tabla 4: Principales formas superficiales del karst (Exokársticas).

FORMAS DE ADSORCIÓN O FORMAS DE CIRCULACIÓN			FORMAS DE EMISIÓN	
CERRADAS	ABIERTAS	ALOCTONAS		
Dolinas	Simas	Cañones	Simas	Manantiales kársticos
Úvalas	Sumideros		Cavernas	(Surgencias y Resurgencias)
Poljes	Cuevas			
Valles ciegos, perdidos y muertos	Ponor			

Fuente: Modificado de Llopis (1970).

2.2.8.2 *Formas Endokársticas*

❖ ***Estalactitas y Estalagmitas***

Según Llopis (1970), se denomina al conjunto de fenómenos que conducen a reintegrar el CO_3Ca disuelto durante el proceso de corrosión, precipitándolo en forma de concreciones calizas en el interior de las cavernas. Las formas resultantes de este depósito, que son por lo demás extremadamente variadas, fueron llamadas hace años por Martel (1932), formas de reconstrucción.

Las formas generadas por el depósito del CO_3Ca son extremadamente variadas y han recibido siempre especial predilección; pero entre ellas, las estalagmitas o concreciones pavimentarias, son las que tienen un significado más acabado como sedimentos, y por este motivo proponemos la denominación de procesos de estalagmitización como sinónimo de proceso de reconstrucción. De este modo se forman asociaciones macroscópicas, submacroscópicas y microscópicas de cristales, que en su conjunto dan las formas que corrientemente encontramos en las cavidades. Desde el punto de vista morfológico estas asociaciones pueden agruparse de varios modos; la división más antigua y elemental es llamar estalactitas a las asociaciones colgantes y estalagmitas a las formas pavimentaria. En su conjunto estos depósitos pueden comprenderse bajo la común denominación de espeleolitos o piedras de las cavernas.

Una primera clasificación de espeleolitos puede hacerse de acuerdo de su posición dentro de las cavidades en cenitales o de bóveda; parietales o laterales que tapizan las paredes y pavimentarios, que cubren el suelo. Los primeros pueden identificarse en general como las clásicas estalactitas; los últimos como estalagmitas; las parietales han de quedar siempre como formas intermedias, aunque más próximas a las estalactitas.

❖ ***Columna***

Espeleotema que resulta de la unión de una estalagmita con una estalactita.
(Fundación Cueva de Nerja, 2008)

❖ **Gours**

Los gours son una especie de diques que se forman sobre una pendiente por la que circula un flujo laminar de agua o en el borde de charcos de agua poco profundos. Se orientan en ángulo recto con respecto a la dirección del flujo de agua. Dan lugar a represamientos escalonados, siendo un espeleotema muy frecuente en cavidades. (Hill, 1987).

❖ **Colada**

Uno de los espeleotemas más comunes en cuevas. Se trata de depósitos en capas que inicialmente toman la forma de la roca subyacente. Los cristales crecen perpendicularmente a la superficie de la colada. (Hill, 1987).

❖ **Coraloides**

Espeleotemas nodulares o globulares. Son muy comunes en las cuevas. También se les llama palomitas de maíz, uvas, corales o coliflores. Son de tamaño muy variable, desde pequeñas cuentas de collar hasta masas de más de un metro de diámetro. Tienen un crecimiento concéntrico. Existen coraloides subaéreos y subacuáticos, pero la mayoría son subaéreos. (Hill, 1987).

❖ **Banderas**

Espeleotemas con forma ondulada que cuelgan desde techos inclinados o desde las paredes de la cueva. También se les llama cortinas, alas de 11 ángel, orejas de elefante o pañuelos. Cuando las banderas formadas por carbonato cálcico son delgadas, translúcidas y coloreadas en bandas paralelas. Son especialmente bonitas cuando se les ilumina desde uno de sus lados, porque es entonces cuando se resalta el bandeado de diferente coloración. Hill (1987).

❖ **Perlas de las cavernas**

Espeleotemas con bandeado concéntrico y de formas muy diversas (esférica, cilíndrica, irregular, cúbica o incluso hexagonal). Su tamaño es también muy variable, menor al de un grano de arena o mayor de 20 cm de diámetro. Generalmente tienen en su centro un núcleo de material extraño (arena, huesos de murciélago, roca, madera) alrededor del cual se depositan las capas concéntricas de mineral. (Hill, 1987).

❖ **Conulito**

Espeleotema de forma cónica situado sobre suelos de barro o de cualquier otro material similar. Su tamaño varía de pocos cm a 15 cm de profundidad, con un espesor de pocos mm a 1 cm. (Hill, 1987).

❖ **Macarrón**

Los macarrones son estalactitas tubulares, huecas y con un diámetro variable pero inferior, por lo general, a 1 cm. Si el continuo crecimiento de los macarrones, por goteo, pueden llegar a convertirse en estalactitas. El espesor de la pared del tubo es de unos 0.1 a 0.5 mm. (Fundación Cueva de Nerja, 2008).

❖ **Órgano**

Cuando las coladas secas han podido quedar inactivas como consecuencia del relleno total de la fractura por precipitados de CO_3Ca , esto es lo que puede haber ocurrido en la fractura a favor de la cual se ha generado el órgano, o por rellenos de la misma por brechas y limos. (Revista de espeleología, 2008).

❖ **Moonmilk (Leche de luna)**

espeleotema formado por agregados de sustancias microcristalinas de composición variable (calcita, aragonito, hidromagnesita, huntita, dolomita). Normalmente es de color blanco o crema. Cuando está húmedo, su aspecto es pastoso, similar al de un queso cremoso pero cuando está seco tiene un aspecto pulverulento, parecido al del talco. Su origen es mayoritariamente subaéreo.

Tabla 5: Clasificación de espeleotemas dentro de cavernas.

CENTALES	<p>ORTOGEOTROPAS: Crecen verticalmente hacia abajo en sentido de la gravedad. Así se generan las estalactitas y las estalagmitas</p>	<p>Cilíndricas a) Equilibrio estalac- estalagmita. b) Dominio de estalactita.</p> <p>Columnas c) Dominio de estalagmita.</p>		
	<p>PLAGIOTROPAS: Orientadas transversalmente en relación a la gravedad</p>	<p>Cónicas Tabulares y macizas Tabulares Macizas</p> <p>Anemolitas Excéntricas Helicititas (a)</p> <p>Antoditas (b)</p>		
	<p>CORTEZAS: Las paredes están cubiertas de una delgada corteza uniforme y lisa en superficie de CO₃Ca en una pared con pendiente de 70°-80°.</p>	<p>1a. Lisa 1b. Botroide 1c. Mamelonar 1d. Oolítica</p>		
PARIETALES	<p>COLADAS: Se forman con ángulos inferiores a 70°, hay que distinguir entre coladas y cascadas; las primeras pueden generarse con pendiente de 40°-50° y las segundas entre 50°-70°.</p>			
	<p>MACIZOS: Resultan de la conjugación de coladas y de su engrosamiento progresivo por su oposición.</p>			
	<p>COLUMNAS:</p> <p>CORTINAS: El depósito de CO₃Ca a lo largo de diaclasas parietales, o de planos de estratificación inclinados, originan la formación de cortinas y tapices.</p> <p>BANDERAS: Cuando las cortinas y tapices son colgantes.</p>			
	<p>ESTALGMITAS:</p> <p>COLUMNAS: Resultado de la unión de la estalactita con una estalagmita.</p>	<p>De base plana a) Radiculadas b)</p>		
PAVIMENTARIAS	<p>COLADAS Son el resultado de la circulación muy precaria en régimen laminar debida a un rezumen lateral o a un parietal por las fisuras, sobre pendientes muy suaves de 10° a 20°.</p>	<p>Coladas Botroides c) Gours y microgours d)</p>		
	<p>MACIZOS: Son el comienzo de la fosilización de las cavernas como consecuencia del proceso litoquímico</p>	<p>Compactos a) Con núcleo clástico b)</p>		

Fuente: Modificado de Llopis (1970).

Tabla 6: Tipos de lapiaz

Tipo	Tamaño (Aprox.)	Superficie libre o cubierta	Superficies horizontales o inclinadas	Crestas agudas o suavizadas
Rillenkarrren: lapiaz con crestas agudas	1-2 cm de profundidad hasta 50 cm de largo.	libre	inclinadas	agudas
Trittkarren: lapiaz escalonado	3-50 cm de alto 20-100 m de anchura	libre	horizontales	agudas
Rinnenkarren: lapiaz en surcos	50 cm de profundidad hasta 20 m de largo	libre y semilibre	inclinadas	crestas agudas, a veces, con bases débilmente redondeadas. Surcos
Spitzkarren: lapiaz puntiagudo	50 cm de anchura 50 cm de profundidad	libre	crestas inclinadas y superficies como tejados	agudas
Meanderkarren: lapiaz meandriforme	50 cm de profundidad hasta 20 m de largo	libre y semilibre	solo suavemente inclinado	crestas agudas, bases débilmente redondeadas. Surcos
Rundkarren: lapiaz con crestas redondeadas	12-50 cm de profundidad hasta 150 m de largo	cubierta	inclinadas	suavizadas
Kamenitzas: cuencas de disolución	pocos cm a más de 3 m de diámetro, hasta 50 cm de profundidad	libre o cubierto	horizontales	bordes corroídos (lapiaz libre) y suavizados (cubierto). Bases normalmente suavizadas
Kluftkarren: lapiaz estructural	pocos cm a 4 m de profundidad hasta 4 m de anchura	libre y cubierto	desarrollo a lo largo de diaclasas y fracturas	bordes corroídos (lapiaz libre) y suavizados (cubierto). Bases normalmente suavizadas
Hohlkarrern o Mohrkarrren: lapiaz oqueroso	60 cm-1m de profundidad 50 cm de anchura	cubierta formada bajo turba	inclinada o suavemente inclinada	bordes y bases suavizados
Deckenkarren: lapiaz cubierto	normalmente unos pocos mm o cm de profundidad	cubierta formada por acción directa de las plantas	inclinadas o horizontales	suavizadas pero pueden ser agudas

Fuente: Tomado de Sweeting, (1972).

2.2.8.3 *Regiones Kársticas en el Perú*

Para INGEMMET en el año 2006, las regiones kársticas activas deben clasificarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Por la morfoestructura o megaestructura a la que pertenece, esto no implica necesariamente la continuidad de los afloramientos de roca caliza, que se ve interrumpida sobre todo por el relieve, así mismo puede haber más de una formación calcárea karstificada en dichas regiones.
- Por la permeabilidad de las calizas y fenómenos de disolución (hidrología cárstica), se ha tratado de discriminar las características de algunas formaciones en relación a la porosidad secundaria y solubilidad.
- Por su balance hídrico (clima común) la delimitación de las regiones tiene que tomar en cuenta las líneas de isotermas y pluviometría, que en los Andes son paralelos en relación al relieve. Por lo de anterior no es de extrañar que las regiones cársticas del Perú, se dispongan en franjas paralelas principalmente, pues incluso las mega estructuras se disponen al igual que el relieve y por consiguiente el clima, con la orientación andina.

Según la clasificación de regiones esta se sub dividen, en sistemas y estos a su vez en aparatos cársticos, siendo los primeros el conjunto de aguas cársticas localizadas en una macro estructura común, ya sea una formación o macizo, los últimos son las aguas cársticas con un área de absorción y surgencia comunes. Determinar sistemas, zonas y aparatos cársticos es una larga tarea para el futuro, pero se puede citar como ejemplos: El sistema de las lagunas Antacocha y el macizo de Palcamayo en Tarma y el aparato cárstico de la caverna de Huagapo, en el mismo lugar.

Partiendo de estos factores y con la idea de hacer un esbozo, pues algunas regiones nuevas podrían aparecer, por su aislamiento y debido a los pocos datos que disponemos se proponen en forma preliminar once Regiones Cársticas:

- I. Región del Alto Chira, por ser un afloramiento aislados de calcáreos cretácicos y dentro de un clima particular del bosque seco del noroeste con una precipitación que no pasa de 400mm. al año.

- II. Región Andina de Cajamarca; una región bastante explorada espeleológicamente y que recientemente despierta interés en la prospección de aguas kársticas, pluviométricamente superior a la mayoría de los andes con 1000 mm., posee macizos calcáreos del cretácico inferior medio al superior, desarrollando cavernas sumideros y manantiales principalmente en las calizas de las formaciones Chulec, Pariatambo, Cajamarca y Celendín. Destacan las zonas de Cutervo, Chota, Bambamarca y Celendín.
- III. Región Andina de Amazonas, es una región más lluviosa que la anterior alcanzando los 1000 mm. De precipitación media anual, está más favorecida por las formaciones calcáreas en las que destaca el Grupo Pucará del Triásico superior al Jurásico Inferior, que desarrolla nuevos afloramientos al Sur de Chachapoyas hasta Bolívar y en las alturas de Bagua, donde destacan los macizos de Soloco y la cordillera de Yasgolga con varios sistemas hidrológicos Kársticos que están en exploración, no son menos importantes los afloramientos del cretácico hacia las vertientes del Marañón y cuenca baja del Utcubamaba.
- IV. Región Subandina Norte; Desde la Cordillera del Cóndor al Norte pasando la Cordillera del Cahuapanas, el Altomayo, las montañas de Mendoza (5) y el Huayabamba en San Martín, esta es una región muy rica en Karts activos, evolucionando en algunos casos, en incipientes karts tropicales con mogotes y valles ciegos, como el valle Shocol en Mendoza, posee muchos ríos subterráneos desde aquí hasta la vertiente occidental del río Mayo, el clima lluvioso es ideal, como en el resto de la zona Sub andina (hasta 3000 mm.) pero por su mayor temperatura y características geológicas es digna de separarse. Es igualmente abundante el grupo Pucará, cuyas secuencias calcáreas alcanza espesores considerables.
- V. Región Amazónica norte; es una región muy definida desde la frontera norte de Amazonas en la cordillera de Campanquiz, el norte de San Martín hasta el macizo de Contaya en Loreto, es una cadena de afloramientos calizos del Cretácico Inferior al Superior (Fm. Chonta), la región con una medida anual de precipitación de 3000 mm. es la más lluviosa; sin embargo, los afloramientos no son muy abundantes, en esta región poco explorada se sabe de algunos sistemas de cavernas y cursos subterráneos.

- VI.** Región Andina del Marañón; a continuación de la región de Cajamarca esta es una franja de calizas en la vertiente occidental del río Marañón donde se localizan los afloramientos del Cretáceo Medio al Superior que desarrolla un Karst de montaña con frentes de cabalgamiento (cuestas falladas) que contienen sistemas kársticos que tributan al Marañón como el de Llata – Irma Grande en Huamalies y otros a lo largo del callejón de Conchucos.
- VII.** Región Sub Andina Central; abarca desde el Sur de San Martín y a lo largo de la cuenca del río Huallaga hasta el norte de Chanchamayo, es una alineación de los calcáreos cretácicos de la Fm. Chonta y algunos macizos del Grupo Pucará, con el clima característico de la zona Sub andina, con 2000 mm. de lluvia, destaca el sistema kárstico de La Bella Durmiente en Tingo María y otros en el Triásico Chambará.
- VIII.** Región Sub Andina Sur – Vilcabamba y Sira; esta extensa región en la zona Sub Andina del sur, es un alineamiento del Grupo Pucará, los calcáreos paleozoicos y también calizas del Cretácico, que se prolongan por el norte hasta la cordillera de Sira, pasando por las estribaciones del macizo de Vilcabamba y por el Sur al Este de la cordillera de Carabaya, es una región inexplorada de donde se tiene noticias de grandes cavernas y ríos subterráneos en Cutivireni y el Sira.
- IX.** Región de la Cordillera occidental del centro; Típico karst de montaña, esta región se extiende desde la cordillera de Huayhuash al norte hasta la cordillera de Yauyos al sur, predominan las calizas Jumasha del cretácico superior, que en Yauyos están muy deformadas, con fallas inversas de alto ángulo que han favorecido la evolución de la caverna activa más profunda de Sudamérica en Pumacocha.
- X.** Región del Altiplano central; Al Este de la cordillera occidental, desde Pasco hasta Huancavelica, esta región se caracteriza por la presencia de los calcáreos del Grupo Pucará, con precipitaciones del orden de 1000 mm. Aquí se han desarrollado extensas zonas y sistemas kársticos activos como los de C de Pasco, Tarma, Acolla, Cunas, etc. formando buenos aparatos hidrogeológico-kársticos.

XI. Región Andina Sur; o el altiplano del Sur, con precipitaciones que no pasan de 500 mm., esta región karst podría dividirse en otra región predominantemente paleozoica, a lo largo del valle del Apurímac, pasando por Huanta y algo más al norte. Desde Apurímac, se extienden hacia el Sur discontinuamente las secuencias calcáreas del Cretácico, hasta Cuzco y el altiplano puneño, se sabe que esta región contiene acuíferos, sin embargo, hay pocos estudios sobre ello.

2.2.9 Fisuras y Fracturas

Las fisuras ocurren generalmente en rocas duras y masivas como resultado de esfuerzos de tracción y compresión producidos por los movimientos de la tierra. El espaciamiento y continuidad de las fisuras y fracturas es muy variable. Las fisuras verticales son importantes ductos conductores de agua. Donde hay un estado de fisuración bien desarrollado, el espaciamiento de este tipo de fisuras según datos de campo puede variar entre tres y siete pies, y puede alcanzar profundidades hasta 50 pies. Las fisuras horizontales son más espaciadas que las verticales, decreciendo en número con la profundidad. Su continuidad rara vez excede los 45 metros (Miserez, 1973).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Karst. La palabra Karst es un término aplicado a zonas calcáreas o dolomíticas, con una topografía propia y peculiar, que es el resultado de la disolución del carbonato de calcio y de la desviación de aguas superficiales hacia causas subterráneas. (Pérez, 2008).

Karstificación. La karstificación es un proceso químico de disolución de las rocas calizas en presencia de agua y CO₂. Las formas kársticas externas (exokarst) están muy desarrolladas en todo el macizo: amplios lapiares y abundantes dolinas, simas y sumideros de aguas. En los relieves kársticos, apenas circula agua en superficie a pesar de que las precipitaciones en la zona superan los 1700 mm/año. (Andreu, et al., 2016).

Espeleotema. Un espeleotema es un depósito mineral formado en cuevas. El término “espeleotema” alude a la forma del depósito o “a qué se parece”, pero no a su composición. (Hill, 1987).

Sistema Kárstico. El agua de lluvia o de fusión de la nieve y las aguas subterráneas son capaces de disolver las rocas solubles en un lento proceso que dura miles, cientos de miles y a veces millones de años. (Andreu, et al., 2016).

Diaclasas. Fracturas de menor tamaño de la roca, en las que no existe desplazamiento relativo de los bloques, o éste es mínimo. Aparecen siempre en agrupadas en familias de distinta orientación. Puede deberse, igual que las fallas, a compresiones o distensiones, presentando en cada caso disposiciones características. (Fernández et al., 1965).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Geográfica

Geográficamente, la localidad de Negropampa se encuentra ubicada al sureste del distrito de Chota, misma que se ubica en la parte Nor Occidental de territorio peruano departamento de Cajamarca, a 130 km al norte desde la ciudad de Cajamarca y a 225 km al este de Chiclayo.

3.1.2 Política

Región : Cajamarca.
Provincia : Chota.
Distrito : Chota.
Centro Poblado : Negropampa.

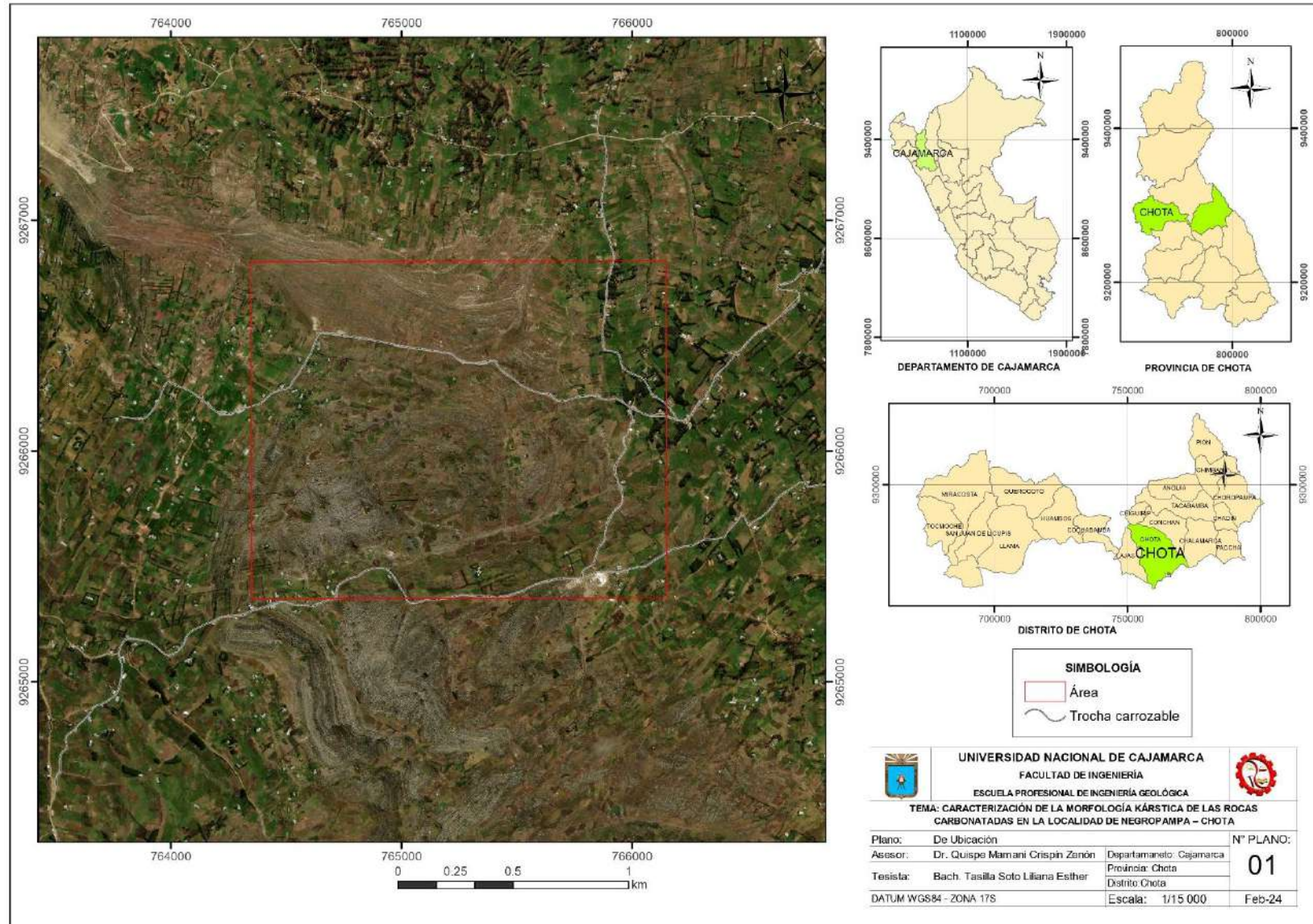


Figura 9: Plano de ubicación

3.1.3 Accesibilidad

El acceso al centro poblado de Negropampa es mediante la vía asfaltada Cajamarca – Bambamarca de 112 km, de distancia con un tiempo aproximado de 3 horas; seguido se toma la ruta Bambamarca – Negropampa teniendo un tramo asfaltado hasta Samangay y luego un camino de herradura.

Tabla 7: Accesibilidad al centro poblado de Negropampa.

Ruta	Distancia Km.	Tipo de Carretera	Tiempo
Cajamarca - Bambamarca	112	Asfaltada	3 horas
Bambamarca- Centro poblado Samangay	14.5	Asfaltada	30 minutos
Centro poblado Samangay – Investigación	1.5	Camino de herradura	1 hora

Desde la ciudad de Cajamarca hasta el centro poblado de Samangay se llega en carro, después es una hora caminando hasta llegar al centro poblado de Negropampa.



Foto 1: Accesibilidad, por trocha carrozable, al centro poblado de Negropampa.

3.1.4 Clima

El clima en Chota es cálido y templado. Chota tiene una cantidad significativa de lluvia durante el año. Esto es cierto incluso para el mes más seco. La temperatura es en promedio 14.3 °C. Precipitaciones aquí promedios 792mm. El mes más seco es agosto, con 20mm de lluvia. Con un promedio de 115mm, la mayor precipitación cae en marzo. (SENAMHI)

3.1.5 Vegetación

El área de estudio presenta poca vegetación. El uso de la tierra se desarrolla una agricultura temporal (en época de lluvia), además de ser utilizadas para la alimentación del ganado.



Foto 2: Vista de la vegetación como arbustos, cebada y pastizales presentes en el Centro poblado de Negropampa.

3.2 PROCEDIMIENTOS

3.2.1 Metodología

❖ Etapa de pre campo

En esta etapa se realizó la revisión bibliográfica, informes, tesis y trabajos anteriores referentes a las geoformas kársticas. Además, se elaboraron planos satelitales, en los cuales se analizó las rutas de acceso y planos de pendientes.

❖ **Etapa de Campo**

Se realizó salidas según a lo establecido en el cronograma de actividades, realizando un reconocimiento del Centro poblado de Negropampa.

Análisis de los planos topográficos y el mapa geológico para conocer más acerca de la relación entre las formas del terreno, la litología y procesos asociados.

❖ **Etapa de Gabinete**

Consistirá en el procesamiento de la información obtenida en campo, rumbos, buzamientos, identificación de litología, identificación de geoformas kársticas, serán posteriormente plasmados en los planos y en tablas Excel. Los programas a utilizados fueron ArcGis 10.8

La investigación es de tipo descriptivo, analítico y explicativo de II nivel, porque identifica las características geológicas, características hidrológicas y analiza sus comportamientos que tienen sobre la formación de geoformas kársticas.

El diseño de investigación es de campo puesto que la recolección de datos será obtenida directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

Es una investigación siguiendo los métodos cuantitativos, descritos en campo y plasmados en el informe, y a su vez también es cuantitativo, se desarrolla tablas para proceder a cuantificar las geoformas kársticas que se han encontrado en campo.

El tipo de la investigación según su finalidad es aplicada, por tener que enfocarnos en la búsqueda y aplicación del conocimiento para dar solución al problema planteado.

Todo el enfoque de la investigación se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 8: Tipos de investigación utilizada en la presente investigación

Tipos de investigación	
Según su objetivo	Aplicada
Según el nivel de profundización del objetivo	Exploratoria y descriptiva
Según su naturaleza	Cualitativa a cuantitativa
Según el grado de manipulación de variables	No experimental
Según el periodo	Transversal en el tiempo

Fuente. Adaptado de Rojas, (2015)

3.2.1.1 *Población de Estudio*

La población de estudio será los macizos kársticos en la localidad de Negropampa – Chota; con un área de 6km² aproximadamente.

3.2.1.2 *Muestra*

Las geoformas endokársticas y exokársticas del centro poblado de Negropampa.

3.2.1.3 *Unidad de Análisis*

La unidad de análisis son las geoformas exokársticas (lapiaces, úvalas, sumideros) y geoformas endokársticas (estalactita, estalagmita, columna, gours)

3.2.2 **Identificación De Variables**

Variables Independientes

Las variables independientes que se han utilizado para la investigación son: litología, estructuras y clima

Variable Dependiente

La variable dependiente son las geoformas kársticas.

3.2.3 **Técnicas**

Las técnicas para la recolección de datos son directas, realizadas en campo a partir de la observación, descripción, análisis, toma de fotografías, medición de

rumbo y buzamiento, toma de coordenadas que serán plasmadas en libreta de campo.

El análisis de datos será realizado en gabinete mediante procesamiento de datos obtenidos en campo; finalmente se utilizará el software ArcGIS 10.8 para la elaboración de los planos a escala 1/5000.

3.2.4 Instrumentos y Equipos

El equipo utilizado para la toma de datos lo conforma:

Brújula geotécnica, para medir los datos de Dip/ DD.

Sistema de Posicionamiento Global (GPS.), para ubicación satelital de los puntos de control establecidos.

Protactor, para graficar rumbos y buzamientos en el cartografiado geológico.

Lupa, para identificar qué tipo de grano y la mineralogía de las rocas.

Rayador, para medir la dureza de la roca

Picota, para medir la resistencia de la roca y el muestreo.

Ácido Clorhídrico al 20%, para identificar qué tipo de roca tenemos, debido a su reacción con ellas.

Cámara Fotográfica, para que quede plasmado en las fotografías el procedimiento de la caracterización.

Libreta de Campo, donde se hacen anotaciones de las características más importantes en campo.

Los instrumentos usados son:

Plano Geológico, donde se puede apreciar las distintas formaciones que corresponden a la zona de investigación y posterior cartografiado.

Imágenes Satelitales, las que fueron analizadas en la etapa de gabinete, estas pueden ayudarnos para detectar la geología estructural.

Los materiales utilizados se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 9: Materiales y equipos

GPS Navegador	Rayador de Dureza
Brújula tipo Brunton	Lapicero Tinta Indeleble
Libreta de Campo	Bolsas para Muestras
Picota de Geólogo	Lápices y Colores
Plano Topográfico 1/5000	Cámara Fotográfica Digital
Protactor 1/5000	Ácido Clorhídrico (HCl)

3.3 COMPORTAMIENTO GEOLÓGICO

3.3.1 Geología Regional

El centro poblado de Negropampa, área a estudiar, se enmarca dentro en la parte septentrional de la cordillera occidental en la secuencia carbonatadas del Cretácico, constituido por secuencias de rocas sedimentarias de la Formación Cajamarca y Formación Celendín, rocas volcánicas del volcánico Humbos y depósitos cuaternarios producto de la erosión in situ.

3.3.1.1 Formación Cajamarca (Ks-ca)

La Formación Cajamarca aflora en la zona de Negropampa, al noroeste de la ciudad de Chota, está constituida por estratos de gran espesor de roca caliza de coloración grisácea a blanquecina. Limita por el Oeste con la Formación Celendín y por el este con la Formación Quilquiñan.



Foto 3: Vista panorámica de los estratos de la Formación Cajamarca, con DD:55 y D: 40, se observa que las calizas están meteorizadas formando lenas,

3.3.1.2. Formación Celendín (Ks - ce)

La Formación Celendín se encuentra aflorando en la carretera de Chota a Bambamarca, está constituida por estratos de calizas margosas nodulares intercalado con estratos de limolitas y limos arcillosos. Suprayase con la Formación Cajamarca de tipo continuo e infrayase a la Formación Chota del tipo discordancia angular.



Foto 4: Formación Celendín, estratos de calizas nodulares margosas (encerrado en círculo color rojo) que afloran en la carreta de Bambamarca a Chota, con DD: 83 y D:45.

3.3.1.3. Formación Chota (K_{Pc} – ch)

La Formación Chota aflora con mayor presencia en los alrededores de la ciudad del mismo nombre, está constituida por estratos de arenas volcano-clásticas amarillas intercalada con limos y arcillas de diversos colores como marrón rojizo, blancos grisáceos y algunas capas de rocas carbonatadas. Suprayase con la Formación Celendín de tipo discordancia angular e infrayase al Volcánico Bambamarca de tipo discordancia erosiva.



Foto 5: Formación Chota caracterizada por los sedimentos volcano-clásticos de diferente coloración. Se evidencia los afloramientos en el corte de carretera de Samangay a Chota.

3.3.1.4. Depósitos Cuaternarios

Aparecen de manera dispersa, son de origen coluvial, producto de la erosión in situ de las rocas. Constituidos por una mezcla de gravas angulosas a subangulosas, arenas y limos



Foto 6: Depósitos cuaternarios (en círculos rojos) producto de la erosión in situ de las rocas de la Formación Cajamarca.

3.3.2. Geología Local

3.3.2.1. Formación Cajamarca

El centro poblado de Negropampa predomina principalmente la Formación Cajamarca, presenta un espesor de 400 metros, con estratificación que oscilan entre los 20 a 30 cm. depositados durante el Cretácico superior, tienen buzamientos entre los 10° a 55°. Siendo esta la formación que predomina en la investigación.

En la foto N°8, se observa los estratos de la Formación Cajamarca que tienen un DD: 10° Y D: 40°, con intercalaciones de limolitas.



Foto 7: Vista panorámica de la Formación Cajamarca y muestra de mano, se puede observar a la muestra caliza de coloración gris en la parte superficial y en la fresca de coloración crema oscuro.

3.3.2.2. Depósitos Cuaternarios

Depósitos cuaternarios producto de la meteorización in situ de la roca caliza de la Formación Cajamarca. Constituidos por una mezcla de limos y gravas subredondeados a subangulosos.

Estos depósitos son aprovechados por los pobladores para realizar sembríos en temporadas específicas, especialmente en temporadas de lluvias.



Foto 8: Depósitos cuaternarios en el área, mayormente depositados en las dolinas y en la parte baja del área.

3.3.3. Geología Estructural

Estructuralmente, la investigación presenta fallas locales con dirección de NE – SO que se han identificado mediante imágenes satelitales, presenta también pliegues que han deformado a los estratos de la Formación Cajamarca y como unidades menores encontramos diaclasas que siguen una orientación principal NO – SE.

Por la ocurrencia de las fallas regionales y los anticlinales regionales ha favorecido para la formación de fallas locales normales que son el comportamiento estructural favorable, juntamente con las precipitaciones, para la formación de las Grutas de Negropampa.

3.3.3.1. Pliegues

La Formación Cajamarca está deformada por pliegues producto de esfuerzos de compresión y extensionales. Estos pliegues favorecen a la formación de las geoformas tanto exokársticas y endokársticas debido a la debilidad de las rocas y es aprovechada por las precipitaciones que en contacto con la roca caliza da lugar al proceso de karstificación.



Foto 9: Deformaciones en forma de pliegues que van afectando a la Formación Cajamarca, en la localidad de Negropampa, y favorecen a la infiltración de las aguas superficiales para dar lugar a geoformas kársticas.

3.3.3.2. Fallas

Para el análisis de fallas se ha utilizado las imágenes satelitales donde se ha determinado que siguen una dirección NE-SO y otras que siguen la dirección N-S. La presencia de fallas es determinante en el comportamiento de los macizos rocosos ya que, al ser planos de debilidad, el agua actúa en la disolución de las rocas calcáreas formando así las geoformas endokarsticas y exokársticas.

3.4. TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El afloramiento kárstico se caracteriza por la presencia de abundantes formas de disolución en superficie y cavidades. El agua de lluvia y las aguas subterráneas son capaces de disolver las rocas solubles en un lento proceso, En la velocidad del proceso de disolución pueden incidir otros factores, como el grado de fracturación (diaclasas y fallas) de la caliza, que favorece la infiltración del agua y el desarrollo de procesos de disolución en el interior del macizo; y la pureza de la roca caliza, que se traduce en una mayor proporción de carbonato cálcico.

3.4.1. Formas Exokársticas

En el cartografiado se ha podido registrar los rasgos kársticos, logrado diferenciar las distintas morfologías exokársticas que se presenta a continuación.

3.4.1.1. Lapiaz

Lapiaz o también llamado lenar o karren, considerado la forma inicial del sistema kárstico que posteriormente puede generar dolinas. Se caracteriza por sus característicos canales o surcos estrechos, con dimensiones desde centímetros (microlapiaz) hasta 1 metro (megalapiaz). En el centro poblado de Negropampa se encontraron abundantes manifestaciones primarias de Karstificación, lapiaz.

En el siguiente cuadro se describe y detalla las manifestaciones de campos de lapiaz encontrados en la localidad de Negropampa. Todas estas ocurrencias kársticas se han encontrado en la Formación Cajamarca.



Foto 10: Lapiaz Rillenkarrren, surcos estrechos, producto del agua y la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.

Tabla 10: Inventario de lapiazes encontrados en el centro poblado de Negropampa.

Código	Variedad	Este	Norte	Cota	Descripción
LP-01	Lapiaz	765340	9266194	3418	Presenta surcos estrechos.
LP-02	Lapiaz	765403	9266054	3421	Surcos estrechos del grosor de un rayador.
LP-03	Lapiaz	765610	9265938	3379	Surcos estrechos en rocas con disolución en forma cilíndrica.
LP-04	Lapiaz	764713	9265844	3490	Lapiaces que no llegan a un largo mayor de 15 cm.
LP-05	Lapiaz	764674	9265653	3497	Lapiaces junto a oquedades o huecos.
LP-06	Lapiaz	765270	9266572	3356	Lapiaces que varían de 10 cm hasta 5 cm. de largo.
LP-07	Lapiaz	765367	9266572	3353	Presenta surcos estrechos.
LP-08	Lapiaz	765268	9266628	3339	Lenares juntamento con oquedades.
LP-09	Lapiaz	765009	9266606	3372	Se observa surcos estrechos ondulados.
LP-10	Lapiaz	764972	9266617	3374	Presenta surcos estrechos.
LP-11	Lapiaz	764795	9266586	3407	Surcos estrechos
LP-12	Lapiaz	764700	9266638	3396	Canales amplios.
LP-13	Lapiaz	764626	9266709	3357	Lenares con surcos estrechos
LP-14	Lapiaz	764574	9266732	3367	Lenares con surcos estrechos y presencia de oquedades.
LP-15	Lapiaz	764556	9266674	3386	Lenares con crestas más delgadas.



Foto 11: Lapiaz Rillenkarrren con surcos estrechos, siguen un patrón de disolución en forma circular, se encuentra en la Formación Cajamarca.

En el anexo N°01 se encuentran detalladas el inventario completo de las geoformas.

3.4.1.2. Dolinas

Las dolinas son las geoformas kársticas producto de las precipitaciones y a partir de la unión de la intersección de los planos de debilidad produciéndose un proceso en cadena de infiltración-disolución.

Las dolinas fueron encontradas en la Formación Cajamarca, varían de tamaño desde 3 hasta 20 metros de diámetro. Las fotografías y demás características de las dolinas encontradas se encuentran en el anexo N°02.

Tabla 11: Inventario de dolinas encontradas en la investigación.

Cód.	Variedad	Este	Norte	Cota	Descripción
DL-01	Dolina	764854	9265748	3482	Dolina circular de 3 metros de diámetro
DL-02	Dolina	765067	9266055	3467	Dolina circular de 6 metros de diámetro
DL-03	Dolina	764712	9265690	3492	Dolina circular de 4 metros de diámetro
DL-04	Dolina	764712	9265690	3492	Dolina circular de 4 metros de diámetro
DL-05	Dolina	764712	9265690	3492	Dolina circular de 6 metros de diámetro
DL-06	Dolina	764656	9265778	3500	Dolina de 6 metros de diámetro
DL-07	Dolina	764575	9265568	3496	Dolina circular de 5 metros de diámetro
DL-08	Dolina	764575	9265568	3496	Dolina circular de 4 metros de diámetro
DL-09	Dolina	765326	9266540	3395	Dolina circular de 8 metros de diámetro
DL-10	Dolina	765326	9266540	3395	Dolina de 7 metros de diámetro
DL-11	Dolina	765301	9266511	3393	Dolina circular de 20 metros de diámetro, aprovechada como terreno de cultivo.



Foto 12: Dolina circular encontrada en la Formación Cajamarca, de diámetro de 6 metros, produciéndose un proceso en cadena de infiltración - disolución.



Foto 13: Dolina circular encontrada en la Formación Cajamarca de diámetro de 7m.

3.4.1.3. Caverna

Las grutas de Negropampa, lugar turístico, es la única y principal caverna que se ha encontrado, se ha logrado realizar ingresar 155 metros hacia adentro donde se han encontrado diferentes espeleotemas que serán descritos en el apartado siguiente.

La caverna está ubicada en la Formación Cajamarca teniendo una orientación de $N238^\circ$ y siguiendo un trayecto casi horizontal, producto de la disolución de las rocas carbonatadas, y la infiltración de las lluvias que en ese lugar son muy recurrentes en épocas de octubre a abril las mismas que viene a ser intensas.



Foto 14: Caverna, formada por la disolución de las rocas carbonatadas de la Formación Cajamarca presenta dirección de $N238^\circ$.



Foto 15: Toma de mediciones de la caverna, que se ha medido 150m. de profundidad con ancho lateral y altura variable en la cual se ha identificado diferentes espeleotemas.



Foto 16: Ingreso a la parte circular de la caverna donde se ha encontrado la mayoría de los espeleotemas.

3.4.1.4. Simas

Manifestación kárstica únicamente se ha encontrado una sima formada por la intersección de planos de debilidad, que ha hecho que una dolina en formación inicial, tenga una caída vertical.

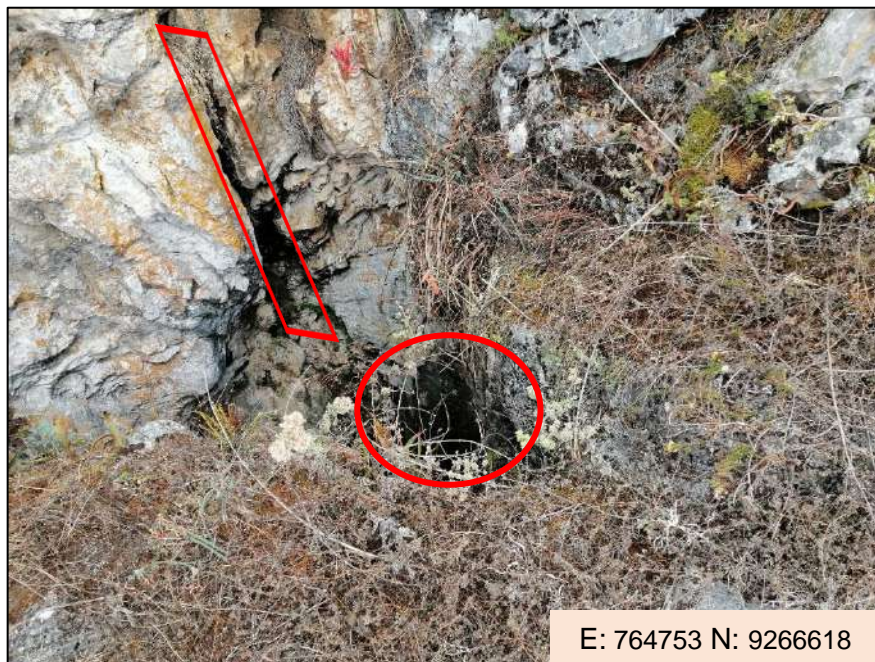


Foto 17: Sima formado por la intersección de los planos de debilidad.

3.4.2. Formas Endokársticas

En la investigación se ha identificado diferentes formas endokársticas o también llamadas espeleotemas producto de la infiltración, dentro de la caverna, y la depositación del carbonato, entre las cuales encontramos: estalactitas, estalagmitas, columnas, macarrones, banderas, coraloides, coladas y conulitos.

3.4.2.1. Estalactitas

Tiene forma cónica, cuelga del techo de la caverna. Su tamaño es muy variable que van desde aproximadamente desde los 40 cm hasta 170 cm. las estalactitas están compuestas de carbonato cálcico.

Las estalactitas comienzan su crecimiento como macarrones. Al principio, una gota de agua aparece en el techo de la caverna, por ejemplo, a través de una fractura de la roca por la que se infiltra agua. Al producirse la pérdida de dióxido de carbono del agua, una delgada película de material carbonatado precipita sobre la superficie de la gota. Cuando la gota acumula más y más agua, se vuelve pesada y comienza a oscilar, lo que provoca que la película carbonatada se mueva hacia el techo de la cueva y se adhiera a él por tensión superficial. Cuando la gota de agua cae al suelo, la película queda en el techo como un borde redondo que constituye el inicio del macarrón. El crecimiento de éste continúa siempre que el aporte de agua se mantenga constante. Cuando el flujo de agua se realiza además a través de las paredes exteriores del macarrón, el grosor de éste va aumentando hasta formar una estalactita.



Foto 18: Esta estalactita tiene una forma cilíndrica de 1.47 metros, se encuentra a 135 metros del ingreso a la caverna.

En las grutas de Negropampa se han encontrado estalactitas y conjunto de estalactitas que se estarán detallando y describiendo en el anexo N°02.

3.4.2.2. Estalagmitas

Las estalagmitas están situadas en el suelo de las cavernas, cuya génesis va ligada al goteo del agua desde el techo o desde una estalactita. No se han encontrado estalagmitas en el piso de las cavernas, pero sí en una repisa, lo que indica que, en ciertas temporadas hay corriente de agua fuertes que va erosionando o evitando la formación de estalagmitas.

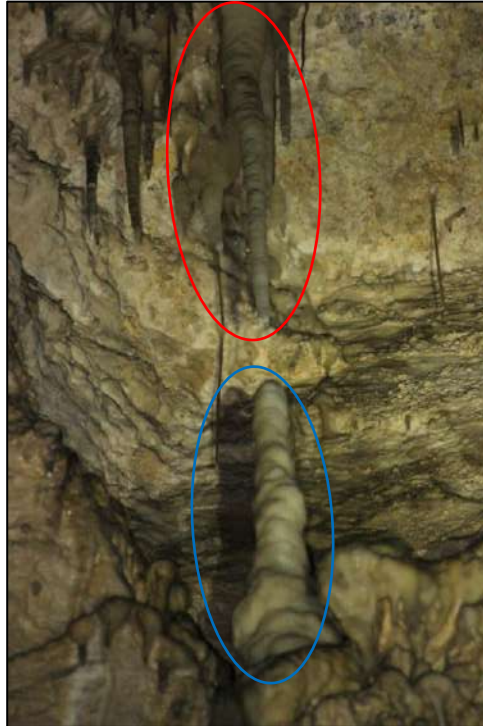


Foto 19: se observa a una estalagmita (en color azul) que se ha formado en la base de una repisa en la pared de la parte circular de la caverna. De la parte superior de la repisa se observa la formación de una estalactita (en color rojo).

3.4.2.3. *Columns*

Resultado de la unión de una estalactita y una estalagmita, varían de tamaño desde 40 cm hasta 180 cm. Están ubicadas en el ingreso a la caverna y distribuidas entre la sala o zona circular de caverna.



Foto 20: Se observa, en la parte izquierda a la formación de una estalactita y una estalagmita y en la parte derecha a la unión de estos dos espeleotemas dando como resultado una columna. Se encuentra en la sala o zona circular de la caverna a unos 150 m. del ingreso.

3.4.2.4. Macarrones

En las grutas de Negropampa estos espeleotemas están dando lugar a la formación de las estalactitas, son tabulares y huecas con diámetro variable inferior a 2 cm por lo general y se encuentran en campos de macarrones.



Foto 21: Campo de macarrones, ubicado en la sala o zona circular de la caverna a unos 150 metros del ingreso.

3.4.2.5. Banderas

Estos espeleotemas son de forma ondulada que cuelgan desde techos inclinados o desde las paredes de la cueva. También se les llama cortinas, alas de 11 ángel, orejas de elefante o pañuelos.

La formación de las banderas va ligada a dos procesos hídricos: flujo y goteo de agua. Al principio, el crecimiento de la bandera es casi en línea recta, con agua que fluye hacia abajo a lo largo de una superficie rocosa inclinada. Pequeñas ondulaciones en la roca causan que la bandera se vuelva ligeramente curvada, siendo preferente el depósito de mineral en el límite exterior de cada segmento curvo. Con el tiempo, estas curvas se vuelven más y más acentuadas de modo que la bandera llega a estar muy plegada a lo largo de su borde inferior. Finalmente, el agua resbala según la pendiente hasta el fondo de la bandera y desde allí gotea hasta llegar al suelo.



Foto 22: Banderas, este espeleotema se encuentra a 150 metros del ingreso a la caverna, en la parte superior de una de las paredes de la sala o zona circular.

3.4.2.6. *Coraloides*

Espeleotemas nodulares y globulares. De tamaño muy variable, desde pequeñas cuentas de collar hasta masas de un metro de diámetro. Tienen un crecimiento concéntrico, están presentes en la base cerca de las paredes de la caverna y también se encuentran de forma subaérea.



Foto 23: Coraloide nodular formado por goteo del agua. Está presente en las paredes de la sala o zona circular de la caverna.



Foto 24: Coraloides subaéreos conocidos como uñas.

3.4.2.7. Colada

Se trata de depósitos en capas que inicialmente toman la forma de la roca subyacente. Los cristales crecen perpendicularmente a la superficie de la colada.



Foto 25: Colada encontrada en la zona circular de la caverna. esta presencia nos indica el lugar por donde el agua fluye en mayor cantidad.

3.4.2.8. Conulito

En las grutas de Negropampa se ha identificado conulitos que varían en diámetro de 1 a 3 cm. y de profundidad de 10 a 15 cm, situados en zonas lodosas y formado por goteo. Estos fueron encontrados en la sala o zona circular de la caverna a 150 m. del ingreso.



Foto 26: Conulitos formados por goteo en zona lodosa, se observa alrededor de 10 de estos tipos de espeleotemas de formas circulares.

3.4.2.9. Órgano

Este espeleotema se encuentra en la sala o zona circular de la caverna de Negropampa, formada por la precipitación rápida del carbonato de calcio; presentan una forma bulbosa.



Foto 27: Órganos en forma bulbosa encontrado en la Caverna de Negropampa.

3.4.2.10. Moonmilk

Se ha encontrado solo un espeleotema de este tipo, presenta un origen subaéreo que a lo largo de los años se ha formado por la precipitación de la calcita. Presenta una coloración amarillenta.



Foto 28: Moonmilk formada a partir de la precipitación de la calcita.

3.4.2.11. Gours

Los Gours se encuentran en el piso de la caverna presentando un bajo grado de pendiente por donde circula el agua de manera semicontinua. No se encontraron microgours.



Foto 29: Gour encontrado en la caverna.

A continuación, presentamos en inventariado de todas las formas endokársticas que se han identificado en la caverna de Las grutas de Negropampa.

Tabla 12: Inventario de los espeleotemas encontrados en la caverna.

N°	CÓD.	VARIEDAD	DESCRIPCIÓN
01	MC-01	Macarrón	Campo de macarrones
02	MC-02	Macarrón	Campo de macarrones
03	MC-03	Macarrón	Campo de macarrones y formación de estalactitas.
04	MC-04	Macarrón	Campo de macarrones
05	MC-05	Macarrón	Campo de macarrones
06	MC-06	Macarrón	Campo de macarrones más alargados.
07	EC-01	Estalactita	Estalactita de 1.47 metros.
08	EC-02	Estalactita	Estalactita y la unión de varios macarrones.
09	EC-03	Estalactita	Estalactita en forma de piña junto a macarrones.
10	EC-04	Estalactita	Estalactita y estalagmita.
11	EC-05	Estalactita	Campo de estalactitas.
12	EC-06	Estalactita	Estalactita en forma de piña.
13	EG-01	Estalagmita	Estalagmita situada en una repisa.
14	CL-01	Columna	Columna de 1.50 metros de altura.
15	CL-02	Columna	Columna de 1.50 metros de altura.
16	CL-03	Columna	Columna formada en una zona de abertura de 40 centímetros.
17	CL-04	Columna	Columna situada al ingreso a la caverna.
18	CL-05	Columna	Columna formada en una zona de abertura de 40 centímetros.
19	CL-06	Columna	Columna formada en una zona de abertura de 40 centímetros.
20	CL-07	Columna	Columna formada en una zona de abertura de 40 centímetros.
21	CL-08	Columna	Columna formada en la repisa de la caverna.
22	BN-01	Bandera	Banderas junto a estalactitas.
23	BN-02	Bandera	Banderas aun pequeñas.
24	BN-03	Bandera	Banderas
25	BN-04	Bandera	Banderas de coloración blanquesina.
26	BN-05	Bandera	Banderas y macarrones.
27	CR-01	Coraloides	Campo de coraloides nodulares.
28	CR-02	Coraloides	Campo de coraloides nodulares.
29	CLD-01	Colada	Colada de coloración blanquesina.
30	CLD-02	Colada	Colada de coloración crema.
31	PERLA	Perla	Se sitúa en la zona circular de la caverna.
32	ORGN	Órgano	Campo de Órganos situado cerca de las coladas.
33	MM	Moonmilk	Presenta una coloración amarillenta.
34	GR	Gours	Gours presentas en la zona circular.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Ubicación geográfica y clima

En función a su ubicación geográfica, ya que se ubica en una región de clima templado. Según los estudios realizados por Wilson (1984), el paleoclima de la región presenta registros que, durante el Plioceno, durante la glaciación de esta época la provincia de Celendín y Chota se ubicaban en la zona periglaciaria y como producto del deshielo pudo desencadenar una importante etapa de disolución y formación de diversas geoformas kársticas.

Las probabilidades de precipitaciones en Chota varían durante el año. La temporada más mojada dura 7 meses, de octubre a mayo, con una probabilidad de más del 16 % de que cierto día será un día mojado. La temporada seca dura 5 meses, de mayo a octubre.

El clima es una variable fundamental para la formación del sistema kárstico.

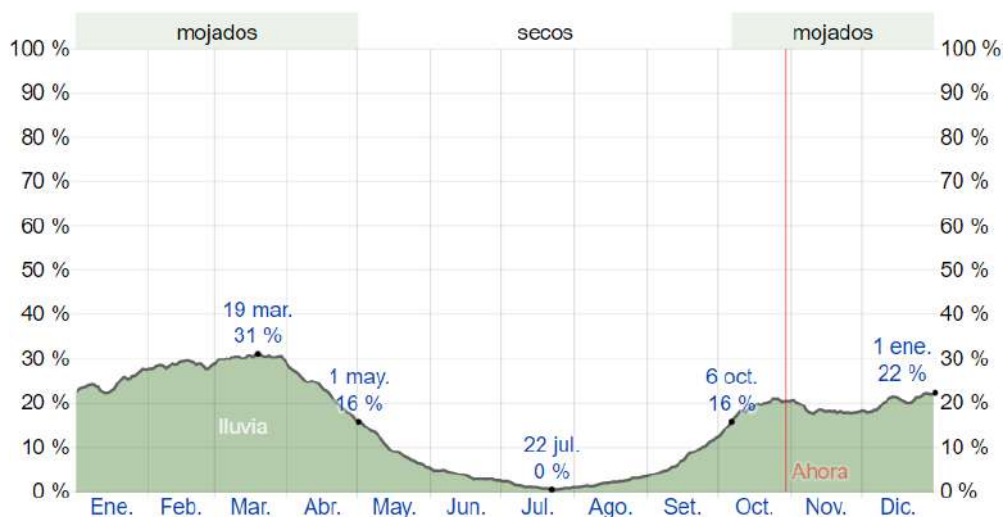


Figura 10: El porcentaje de precipitaciones por meses en el distrito de Chota. Fuente: Weatherspark. 2023

4.2. Geología y Estructuras Geológicas que Influyen en el Proceso Kárstico

La geología es factor determinante para que exista un sistema kárstico, puesto que depende de la litología, estratificación y planos de debilidad que están presentes.

Las grutas de Negropamapa, enmarcada en la formación Cajamarca, perteneciente a la secuencia carbonatada del cretácico superior, conformada por estratos varía entre los 0.30 a 0.70 metros de espesor y de litología calizas grises, seguidos de pliegues, fallas y principalmente diaclasas que están favoreciendo que se esté formando las manifestaciones kársticas.

4.3. Comportamiento Kárstico

Para determinar el comportamiento kárstico que presenta el área investigada se ha utilizado el desarrollo estadístico, empezando desde la organización de los datos, su clasificación y finalmente la interpretación de los resultados mediante los gráficos que se presentan.

Tabla 13: Cantidad de las manifestaciones kársticas que hay en la localidad de Negropampa- Chota.

	MANIFESTACIONES KÁRSTICAS	CANTIDAD	
		N°	%
EXOKÁRSTICA	LAPIAZ	45	77.59
	DOLINA	11	18.97
	CAVERNAS	1	1.72
	SIMAS	1	1.72
	TOTAL	58	100.00
ENDOKÁRSTICAS	ESTALACTITA	30	43.48
	ESTALAGMITA	3	4.35
	COLUMNA	8	11.59
	MACARRON	12	17.39
	BANDERA	5	7.25
	CORALOIDES	6	8.70
	COLADA	2	2.90
	GOURS	1	1.45
	ÓRGANO	1	1.45
	MOONMILK	1	1.45
	TOTAL	69	100.00

Los resultados, producto del cartografiado de las manifestaciones kársticas, se han organizado, clasificado mediante datos estadísticos para la interpretación mediante los gráficos presentados a continuación.

Para las manifestaciones exokársticas se han identificado campo de lapiaces; ocupando la mayor cantidad del área estudiada, para el tratamiento estadístico se ha creído conveniente tener 3 unidades de lapiaces por cada campo encontrado con el fin de tener resultados más acertados a la realidad; dolinas que varían en diámetros desde los 3 metros hasta los 20 metros; se ha encontrado una sima y una caverna que es la principal razón del estudio con el fin de preservar los espeleotemas que se han formado y viene siendo el principal atractivo turístico de la zona.

En el siguiente gráfico se detalla en porcentaje las manifestaciones kársticas presentes en la investigación.

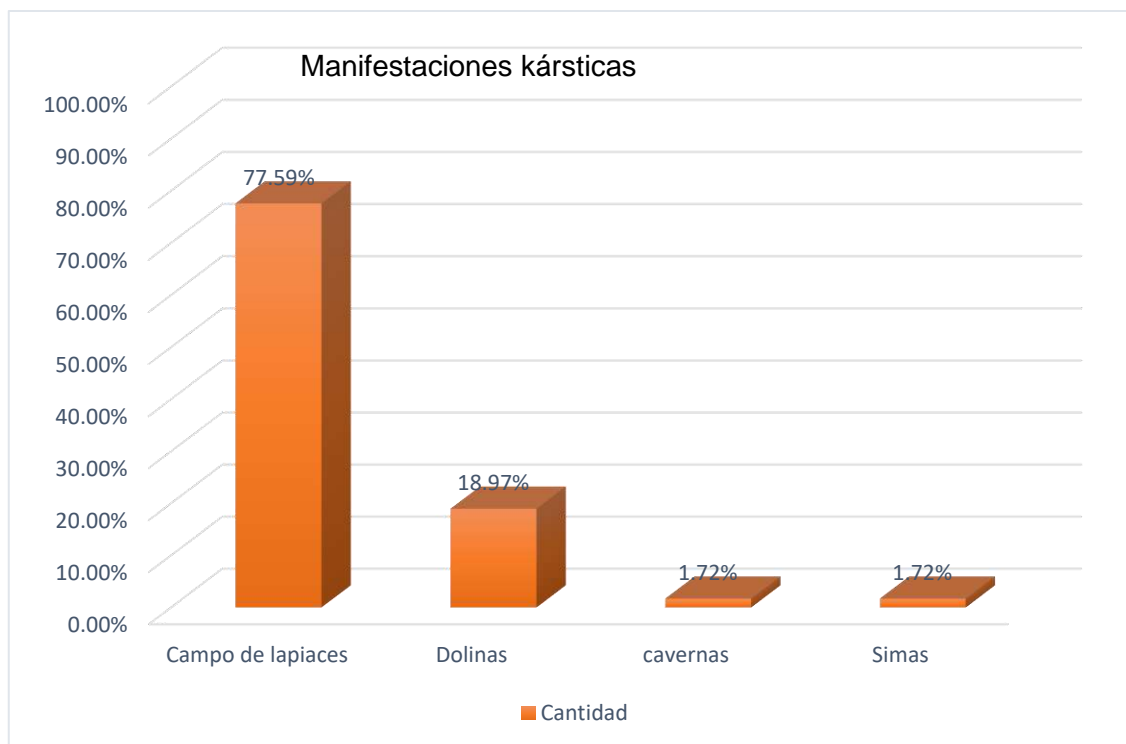


Gráfico 1: Porcentaje de manifestaciones kársticas en la Formación Cajamarca en el centro poblado de Negropampa.

En cuanto a las manifestaciones endokarsticas encontramos manifestaciones de diferentes espeleotemas en la única caverna existente en la localidad de Negropampa.

El espeleotema con mayor presencia en la caverna son las estalactitas, presentan diferente diámetro y tamaño, la mayoría de estalactitas están presentes en la zona circular o sala; seguidos tenemos los campos de macarrones, que son es la forma inicial de las estalactitas, estos campos se han encontrado en los techos de las cavernas especialmente en la sala y también en una zona de abertura, que está ubicada a 140 metros del ingreso a la caverna; otros de los espeleotemas encontrados son las columnas que varían en tamaños y espesores variando de 40 centímetros hasta 1.70 metros de altura; los campos de coraloides se encontraron únicamente en la zona de goteo de la sala o zona circular.

La mayoría de estos espeleotemas fueron encontrados a 150 metros del ingreso a la caverna en una zona circular o también denominada sala.

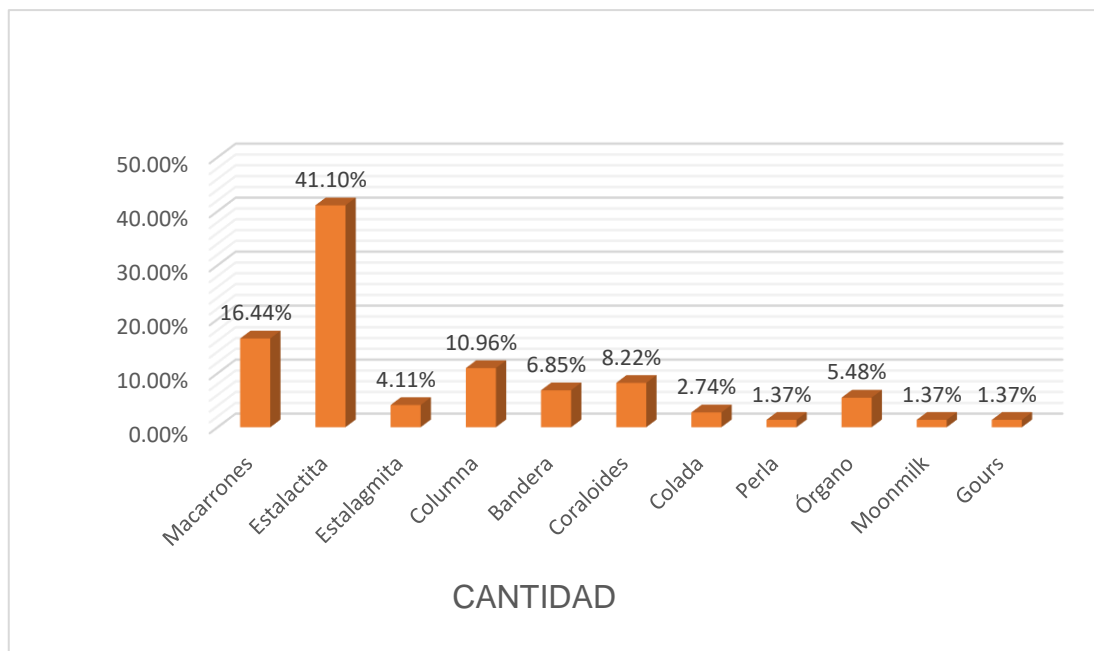


Gráfico 2: Porcentaje de espeleotemas encontrados en la caverna.

Para poder darse el proceso de karstificación de la localidad de Negropampa se han determinado la interacción de agua-roca teniendo en cuenta las variables que lo controlan. La interrelación entre variables clima, variable y tiempo con el tipo de litología, estratificación y estructuras dan lugar a la circulación de las aguas, su cantidad, su capacidad de disolución y por consiguiente la tipología kárstica, sus características y su evolución.

La localidad de Negropampa- Chota está situada en clima templado donde las lluvias están presentes en un largo periodo lo que favorece la formación de sistema kárstico. Para la formación de las manifestaciones kársticas presentes en la localidad de Negropampa no solo intervienen procesos químicos sino también físicos, geológicos y biológicos.

El comportamiento de los macizos kársticos en la localidad de Negropampa se relaciona estrechamente con las estructuras como pueden ser pliegues, fallas y principalmente diaclasas que son aprovechadas por el agua superficial para dar lugar a las geoformas kársticas ya sea endokársticas como es el atractivo turístico Las Grutas de Negropampa y formas exokársticas.

De acuerdo al estudio realizado, la localidad de Negropampa, las geoformas kársticas están, según la clasificación de Llopas, en un periodo juvenil con fases de lenarización y dolinización que se evidencian en el cartografiado exokárstico. En cuanto a la espeleogénesis o evolución subterránea o endokársticos están en un proceso de Juventud-madurez, que según nuestro estudio se evidencia en el dominio de la erosión que se pudo observar por la falta de presencia de estalagmitas.

4.4. Contrastación de la Hipótesis

Se corroboró que en la localidad de Negropampa, donde afloran rocas calizas de la Formación Cajamarca, los factores condicionantes son: el estructural asociado a las discontinuidades que permiten la infiltración de agua para dar inicio al proceso de karstificación. El litológico asociado a la presencia de rocas carbonatadas de la Formación Cajamarca y factores climáticos definidos por las abundantes precipitaciones que existe en dicho lugar; los cuales en conjunto han dado lugar a la formación de diferentes geoformas kársticas como son lapiaces, dolinas, sima y caverna como manifestaciones exokársticas y a los espeleotemas en su manifestación endokárstica; lo cual queda demostrado la hipótesis inicialmente planteada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En la localidad de Negropampa las geoformas exokársticas presentes son campo de lapiaces, dolinas, caverna y sima y endokársticas como macarrones, estalactitas, estalagmitas, coladas, columnas, banderas, campos de coraloides, órganos, gours y conulitos.

Estadísticamente las geoformas kársticas con mayor presencia en superficie son los campos de lapiaces y en menor cantidad están las cavernas y simas; mientras que en los espeleotemas el mayor porcentaje son las estalactitas y en menor porcentaje las coladas kársticas.

Los macizos kársticos de la Formación Cajamarca están controlados por procesos de tectonismo que producto de los esfuerzos ha formado pliegues, fallas y fracturas que determinan que estos macizos aceleren el proceso de karstificación formando geoformas exokársticas y endokársticas.

5.2. RECOMENDACIONES

A la Universidad Nacional de Cajamarca, realizar estudios que lleven a conocer la posición y dirección de flujo de los acuíferos kársticos para evitar su contaminación, por medio de pozos de monitoreo y pruebas de trazadores en los sistemas subterráneos.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, realizar análisis químico de rocas calizas para ver la cantidad de carbonato de calcio que está presentes en la Formación Cajamarca y ver la solubilidad dependiendo a la cantidad de este.

Al gobierno local de Chota, generar resolución o reglamentos donde se dicte la preservación de los espeleotemas presentes en la caverna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreu et al. 2016. Karst: un concepto muy diverso. Universidad de Alicante – España.
- Atkinson, T. 1977. Carbon dioxide in the atmosphere of the unsaturated zone: an important control of ground water hardness in limestones. London.
- Aguilar et al. 2011. Descripción, clasificación y aspectos geológicos de las zonas kársticas de Costa Rica. Costa Rica
- Bermudez et al. 2004. Expedición espeleológica Franco-Peruana. Lima
- Bakalowicz, M. 1982. La genése de l'acuífère karstique vue par un geochimiste. Karst Larra 82. Serbia
- Benavente, J y Sanz, C. 1998. La fracturación en los macizos kársticos andaluces y su influencia en el desarrollo del relieve kárstico. Instituto Geológico y Minero de España.
- Bogli, A. 1964. Corrosion par mélange des eaux. Int.Jour.Spéléol
- Bustamante, A. 2003. Procesos de karstificación actual en el área del cerro De la Oliva. Patones, Madrid
- Cuezva et al., 2015. La Cueva está viva y es un laboratorio natural. Revista Monumento Natural Cueva de Castañar. Unión Europea.
- Dávila, J. 2011. Diccionario Geológico. Lima-Perú. Ingemmet.
- Diaz, G. 1995. Estudio geológico del mesozoico en el norte del Perú. Tesis de Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- Dreybrodt, W. 1981. Kinetics of the dissolution of calcite and its applications to karstification.
- Fernández et al., 1965. Introducción a la Geología Kárstica. Federación Española de Espeleología.
- Fernández, K. 2021. Caracterización Morfológica De Los Karst En Rocas Carbonatadas Del Caserío Machaypungo – Bambamarca. Tesis de Titulación, Cajamarca – Perú.

- James, J. 1981. The relationship between the availability of organic carbon and cavern development in the phreatic zone. Proc. 8th. Int. Speleol. Cong, Bowling Green, USA
- Kranjc, A 2011. The Origin and evolution of the term karst. Revista científica ScienceDirect.
- Galán, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado.
- Grieman, W. y Grieman, S. 1999. Apuntes de geología general. Universidad de Atacama.
- Gravusob, B. 2002. Lithology. Genetic Types And Lithological Species Of Parent And Underlying Rocks. In: Stolbovoi V Savin I Sheremet B & Kolesnikova L 2002. Land Resources Of Russia. International Institute For Applied Systems Analysis A-2361, Laxenburg, Austria.
- Hill, C. 1987. Geology of Carlsbad Cavern and other caves in the Guadalupe Mountains, New Mexico and Texas.
- Howard, A. 1964. Process of limestone cave development. Int. Jour. Speleol
- Llopis, L. 1952. Sobre algunos principios fundamentales de hidrología cárstica. Speleon. T. III.
- Llopis, N. 1970. Fundamentos de Hidrología Cárstica (Introducción a la Geoespelología). Editorial Blume, primera edición.
- Mangin, B. 1982. L'approche systemique du karst, consequences concep tuelles et methodologiques. Karst Larra 82, Publ. Serv. Geol. Dip. Navarra,
- Marín, K. 2014. caracterización de karstificación en rocas carbonatadas en las localidades de Cruzpampa y el Tingo Cajamarca- 2013. Cajamarca 2014.
- Martel, E. 1908. "L'evolution Souterranie". E Flammarion Edits. París.
- Mayta, R 2011. Caracterización geológica de los karst en rocas carbonatadas (Cajamarca-Encañada).

- Miserez, J. 1973. Géochimie des eaux du karst jurassien. Contribution physico-chimie á l'étude des alterations. Thése Doct.Sci.Nat. Neuchatel.
- McColl, K et al. 2005. Geological Survey of Canada. Revista Geoscape Nanaimo.
- Navarro, J., 2003. Evolución De Un Macizo Calcáreo. Revista Atlas visual Océano - Geología
- Reyes, L., 1980. Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. INGEMMET. Sector Energía y Minas. Boletín N° 31, Serie A. Lima – Perú.
- Roques, H. 1968. Etude expérimentale de la dissolution des calcaires par une eau chargée de CO₂.
- Selby, M. 1985. Earth's Changing Surface. Oxford.
- Uasapud N. y Dory C. 2021 Evaluación del sistema kárstico y el Potencial de patrimonio geológico de los Sectores las confusas y agualinda, San Luis – Antioquia. Tesis Doctorado. Universidad EIA.
- Wigley, T y Plummer, L. 1976. Mixing of carbonate waters. Geochim. Cosmochim.
- Fundación Cueva de Nerja, 2008. Estalactitas, Estalagmitas Y Otros Espeleotemas En La Cueva De Nerja. España.
- Revista de espeleología, 2008. Espeleotemas. Andalucía- España.

ANEXOS

1. REGISTRO DE GEOFORMAS KÁRSTICAS

2. PLANOS TEMÁTICOS

- 2.1. Plano de Ubicación
- 2.2. Modelo Digital de Elevaciones
- 2.3. Plano Geológico Regional
- 2.4. Plano Geológico – kárstico
- 2.5. Vista en Planta de Caverna



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-01

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266194

Este (m):

765340

Elevación (m):

3418

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz Rundkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-01



FOTO PANORÁMICA



Descripción:

Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, producto de la disolución de la roca caliza Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-02

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266054

Este (m):

765403

Elevación (m):

3421

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Rundkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-02



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, del grosor de un rayador, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-03

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9265938	Este (m):	765610	Elevación (m):	3379
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Lapiaz Rillenkarrren	
Inventariado por:	Tesisista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA LP-03



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-04

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9265844

Este (m):

764713

Elevación (m):

3490

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz Rundkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-04

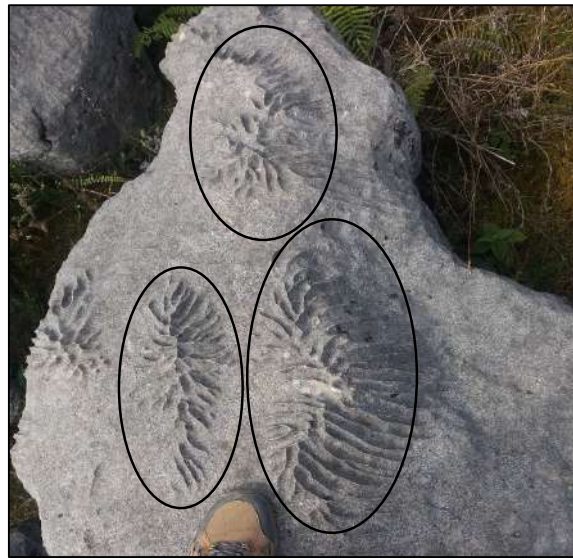


FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la inicio de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos que recién se están empezando a formar, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-05

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9265653

Este (m):

764674

Elevación (m):

3497

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Klufthkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-05



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos junto a oquedades o huecos y fracturamiento de la roca, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-06

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266572

Este (m):

765270

Elevación (m):

3356

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Klufthkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-06



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Lapiaz, forma primaria del sistemas kársticos, podemos observar como la roca está por el proceso de disolución in situ, además de observar lapiaces producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-07

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266576

Este (m):

765367

Elevación (m):

3353

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Trittkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-07



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, producto del agua y la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-08

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266628

Este (m):

765268

Elevación (m):

3339

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Rinnenkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-08



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos, oquedades o huecos y fracturamiento en la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-09

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266606

Este (m):

765009

Elevación (m):

3372

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Rundkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-09



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria del sistema kárstico, podemos ver los surcos estrechos, producto del agua y la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-10

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9266617	Este (m):	764972	Elevación (m):	3418
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Lapiaz - Rundkarren	
Inventariado por:	Tesisista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA LP-10



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-11

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9266586	Este (m):	764795	Elevación (m):	3418
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Lapiaz - Rundkarren	
Inventariado por:	Tesis: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA LP-11



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, producto de la disolución de la roca caliza de la formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-12

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266638

Este (m):

764700

Elevación (m):

3396

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Deckenkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-12



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria del sistema kárstico, podemos observar canales mas amplios, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-13

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266709

Este (m):

764626

Elevación (m):

3357

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Lapiaz - Rinnenkarren

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-13



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-14

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9266732	Este (m):	764574	Elevación (m):	3367
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Lapiaz - Rinnenkaren	
Inventariado por:	Tesisista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA LP-14



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria para la formación de los sistemas kársticos, podemos ver los surcos estrechos, oquedades o huecos producto de la disolución de la roca caliza, se evidencia del mismo modo el fracturamiento de la roca caliza de la formación Cajamarca.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

LP-15

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9266674	Este (m):	764556	Elevación (m):	3386
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Lapiaz - Rillenkarrren	
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

LP-15



FOTO PANORÁMICA



Descripción: Forma primaria del sistema kárstico, podemos ver los surcos estrechos, producto de la disolución de la roca caliza de la Formación Cajamarca.

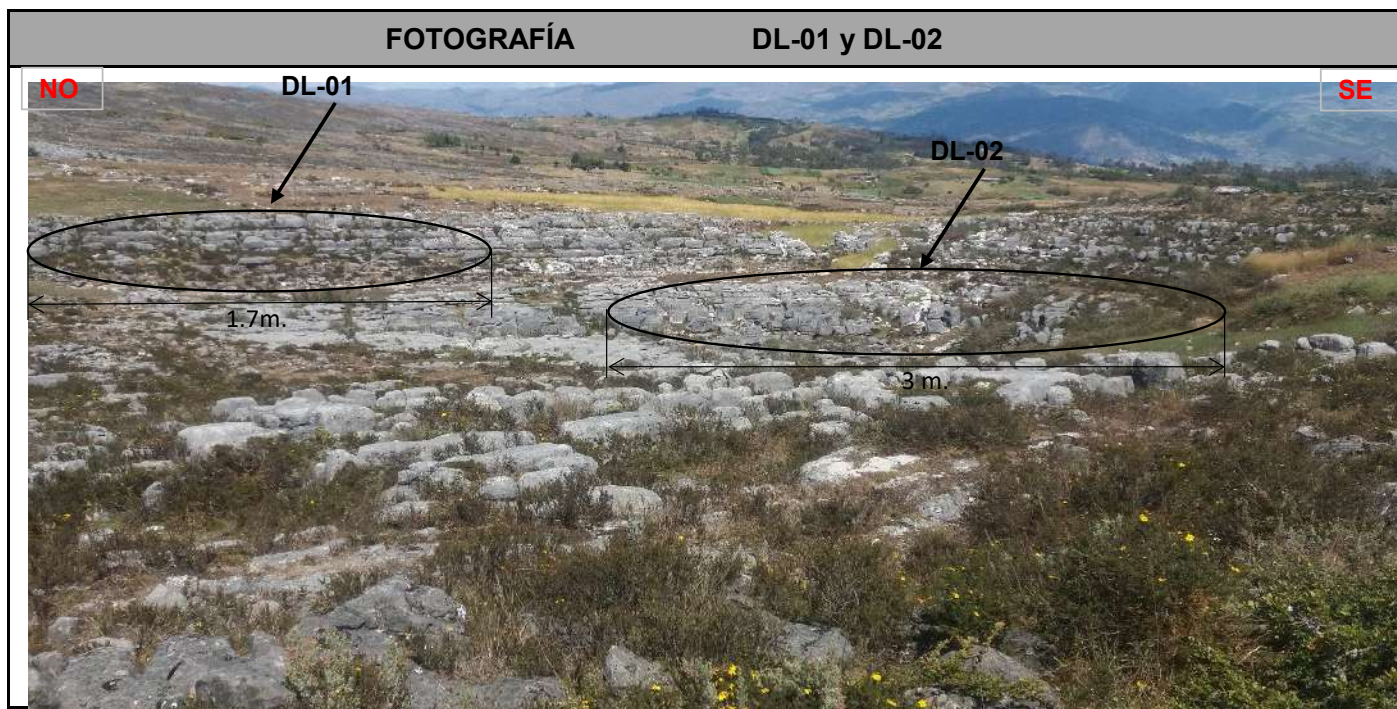


REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-01 y DL-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9265672	Este (m):	764854	Elevación (m):	3482
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Dolina	
Inventariado por:	Tesisista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22



Descripción: Dolina, depresión circular, formada por disolución de la rocas calizas de la Formación Cajamarca por efectos de las precipitaciones a partir de la intersección de los planos de debilidad, produciéndose un proceso en cadena de infiltración- disolución. La dolina 01 presenta un diámetro de 1.7 m. y la dolina 02 presenta un diámetro de 3 metros aproximadamente.



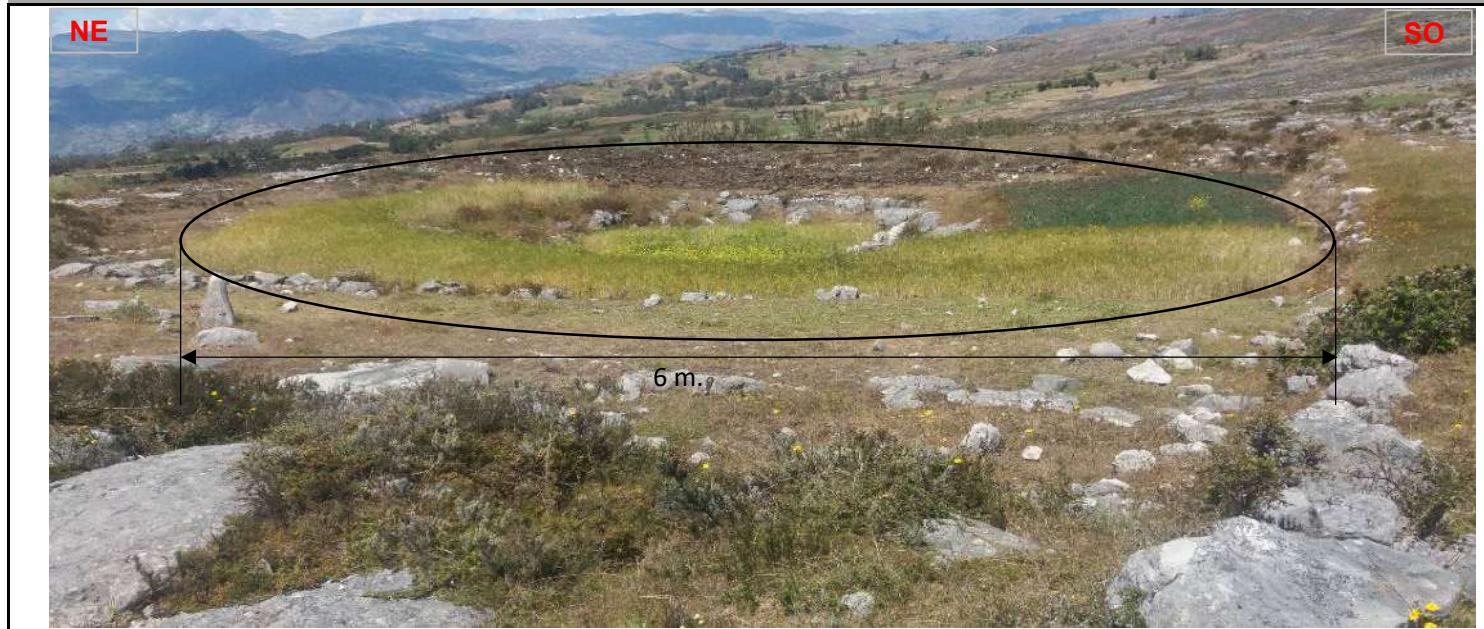
REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-03

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9266055	Este (m):	765067	Elevación (m):	3467
Forma kársticas:	Exokárstica		Variedad:	Dolina	
Inventariado por:	Tesisista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA DL-03



Descripción: Dolina circular en formación, formada por disolución de las rocas calizas de la Formación Cajamarca por efectos de las precipitaciones a partir de la intersección de los planos de debilidad. Esta dolina presenta un diámetro de 6 metros.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-04 , DL-05 y DL-06

TESIS: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

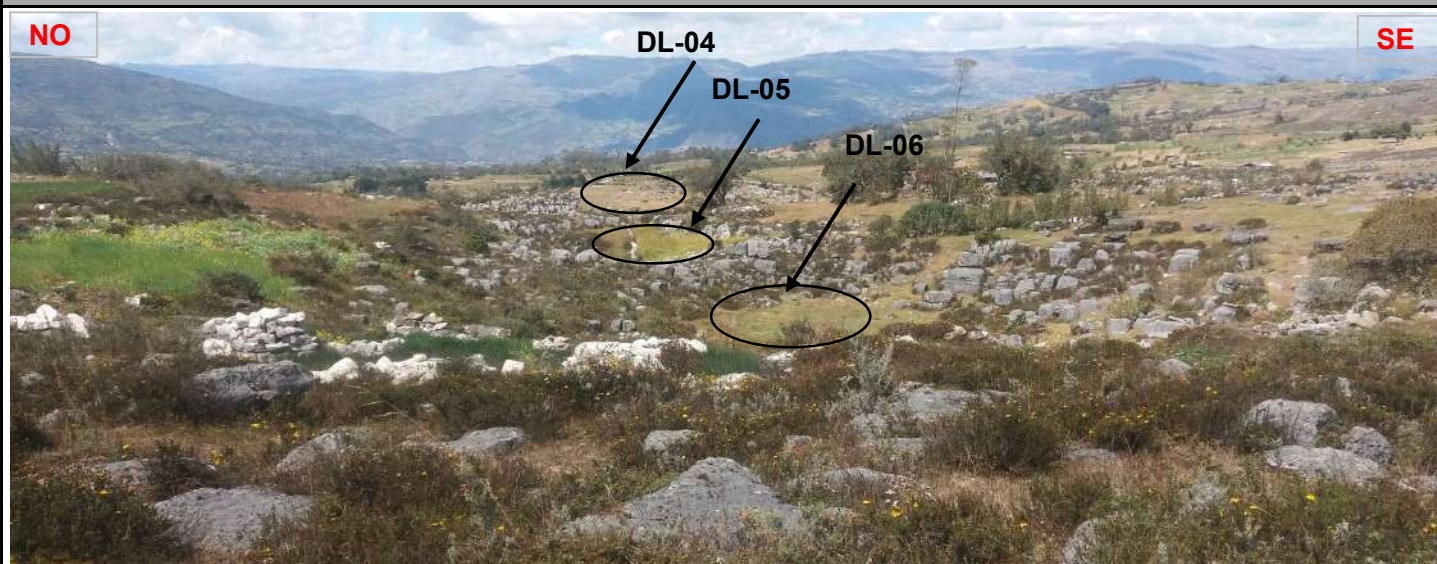
Norte (m): 9265690 Este (m): 764712 Elevación (m): 3492

Forma kársticas: Exokárstica Variedad: Dolina

Inventariado por: Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto Fecha: Ago-22

FOTOGRAFÍA

DL-04 , DL-05 y DL-06



Descripción: Dolina circular en formación, formada por disolución de la rocas calizas de la Formación Cajamarca. La dolina 04 (DL-04) presenta un diámetro de 4 metros, la dolina 05 (DL-05), 3 metros y la dolina 06 (DL-06) 4 metros



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-07

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9265778

Este (m):

764656

Elevación (m):

3500

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Dolina

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

DL-07



Descripción:

Dolina formada por disolución de las rocas calizas de la formación Cajamarca por efectos de las precipitaciones. Esta dolina presenta un diámetro de 6 metros.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-08 y DL-09

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9265568

Este (m):

764575

Elevación (m):

3496

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Dolina

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

DL-08 y DL-09



Descripción:

Dolina en formación, formada por disolución de las rocas calizas de la Formación Cajamarca. La dolina 08 (DL-08) presenta un diámetro de 4m. y la dolina 09 (DL-09), 3m.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-10

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA				
Norte (m):	9266540	Este (m):	765326	Elevación (m):	3395
Forma kársticas:	Exokárstica	Variedad:	Dolina		
Inventariado por:	Tesisista: Liliana Esther Tasilla Soto			Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA DL-10



Descripción: Dolina , formada por disolución de la rocas calizas de la Formación Cajamarca . Esta dolina presenta un diámetro de 7 metros.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-11

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266540

Este (m):

765326

Elevación (m):

3395

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Dolina

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

DL-11



Descripción:

Dolina circular, formada por disolución de las rocas calizas de la formación Cajamarca por efectos de las precipitaciones. Esta dolina presenta un diámetro de 7 metros.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

DL-12

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Norte (m):

9266511

Este (m):

765301

Elevación (m):

3393

Forma kársticas:

Exokárstica

Variedad:

Dolina

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

DL-12



Descripción:

Dolina formada por disolución de las rocas calizas de la Formación Cajamarca. Esta dolina presenta un diámetro de 20 metros.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

MC-01

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstico	Variedad:	Macarrón
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

MC-01



FOTO PANORÁMICA



Descripción

Se puede observar los macarrones con presencia de goteo en parte del techo de la caverna a 140 m. de la entrada de la caverna. Si el continua crecimiento de los macarrones, por goteo, pueden llegar a convertirse en estalactitas.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

MC-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstico	Variedad:	Macarrón
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA MC-02



FOTO PANORÁMICA



Descripción Se puede observar los macarrones con presencia de goteo en parte del techo de la sala o zona circular de la caverna. Si el continua crecimiento de los macarrones, por goteo, pueden llegar a convertirse en estalactitas.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

MC-03

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Ubicación

Grutas de Negropampa

Forma kársticas:

Endokárstico

Variedad:

Macarrón

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

MC-03



FOTO PANORÁMICA



Descripción

Se puede observar los macarrones con presencia de goteo en parte del techo e la zona circular de la caverna, en la parte superior derecha de la fotografía la formación de una estalactita en los que está uniendo varios macarrones. Si el continua crecimiento de los macarrones, por goteo, pueden llegar a convertirse en estalactitas.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

MC-04

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstico	Variedad:	Macarrón
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA MC-04



FOTO PANORÁMICA



Descripción Si el continua crecimiento de los macarrones, por goteo, pueden llegar a convertirse en estalactitas. Se puede observar los macarrones con presencia de goteo, se encuentran en la parte del techo e la zona circular de la caverna.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

MC-04

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstico	Variedad:	Macarrón
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

MC-04



FOTO PANORÁMICA



Descripción

Se puede observar los macarrones con presencia de goteo, se encuentran en la parte del techo e la zona circular de la caverna, junto a la pared donde se observa otros espeleotemas. Si el continua crecimiento de los macarrones, por goteo, pueden llegar a convertirse en estalactitas.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

MC-04

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstico	Variedad:	Macarrón
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA MC-04



FOTO PANORÁMICA



Descripción Se observan los macarrones con presencia de goteo, se encuentran en la parte del techo e la zona circular de la caverna junto; estos macarrones presentan un mayor grado de crecimiento y se pueden observar que también hay algunas formaciones de estalactitas en forma de piña.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-01

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

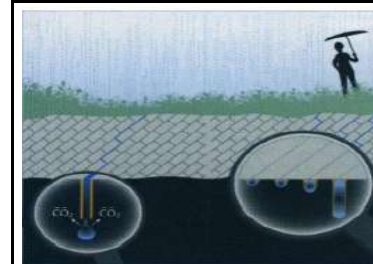
FOTOGRAFÍA ESTC-01



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Esta estalactita tiene una forma cilíndrica de 1.47 metros, se puede observar que en la base de la cueva no hay indicios de formación de una estalagmita esto se debe a corrientes de agua muy intensas en temporadas de lluvia que van erosionando y evitan así su formación.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

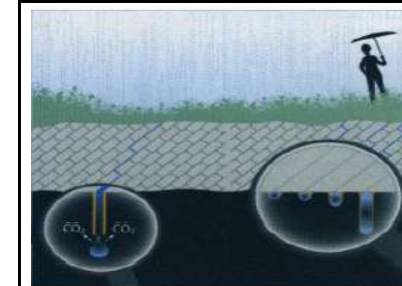
ESTC-02



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Esta estalactita está en formación, se puede observar como se están uniendo varios macarrones. Este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-03

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

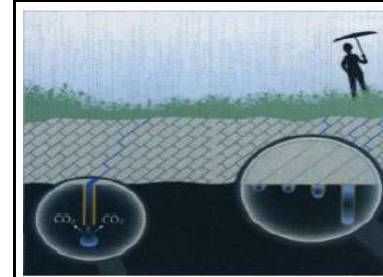
FOTOGRAFÍA ESTC-03



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Se observa estalactitas en forma de piña junto a macarrones. Este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-04

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha:	Ago-22

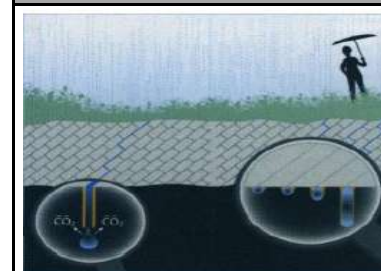
FOTOGRAFÍA ESTC-04



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción

Se observa estalactitas en forma de piña junto a macarrones. Este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-05

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

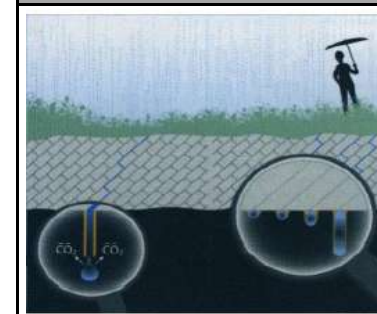
FOTOGRAFÍA ESTC-05



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Se observa estalactitas en forma de piña junto a macarrones. Este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-06

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

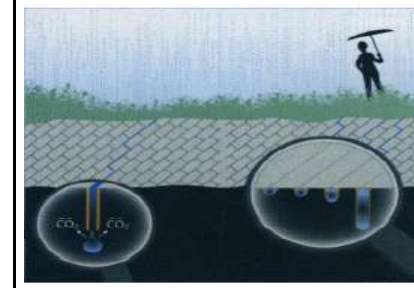
FOTOGRAFÍA ESTC-06



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Se observa estalactitas juntas alrededor de 15 de ellas. Este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-07

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

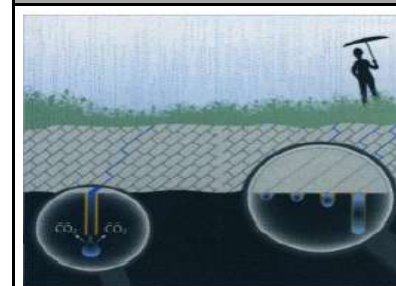
FOTOGRAFÍA ESTC-07



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Se observa estalactitas juntas alrededor de 20 de ellas. Este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTC-08

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Estalactita en forma de piña
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

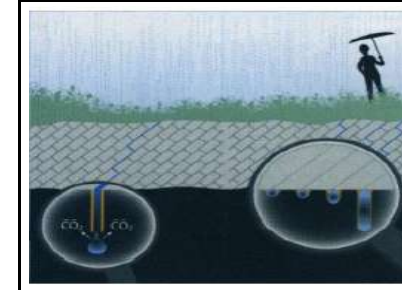
FOTOGRAFÍA ESTC-08



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción Se observa estalactitas en forma de piña, este espeleotema se observa en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada, hay una distancia entre la base y el techo de 9 metros aproximadamente.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

ESTG-01

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Ubicación

Grutas de Negropampa

Forma kársticas:

Endokárstica

Variedad:

Estalagmita

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

Ago-22

FOTOGRAFÍA

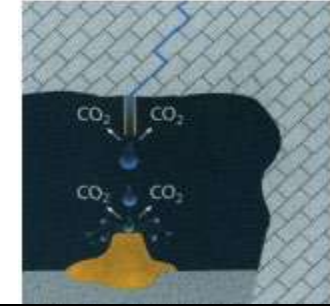
ESTG-01



FOTO PANORÁMICA



Imagen



Descripción

Estalagmita ubicada en una repisa dentro de la caverna, específicamente en a 150 metros del ingreso.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CL-01

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Columna
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

CL-01



FOTO PANORÁMICA



Descripción Columna de 1.50 metros, formada por la unión de una estalactita y estalagmita, encontrada en las grutas de Negropampa a 145 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CL-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Columna
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA CL-02



FOTO PANORÁMICA



Descripción Columna de 1.50 metros, formada por la unión de una estalactita y estalagmita; se encuentra ubicada en la parte circular de las grutas de Negropampa a 150 metros del ingreso del ingreso.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CL-03

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Columna
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA CL-03



FOTO PANORÁMICA



Descripción Columna, formada por la unión de una estalactita y estalagmita, ubicada entre una zona abertura, en la zona antes de ingresar a la zona circular de la caverna, se puede observar que dicha zona hay mucha presencia de macarrones.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CL-04

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Columna
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA CL-04



FOTO PANORÁMICA



Descripción

Columna de 1.80 metros, formada por la unión de una estalactita y estalagmita, ubicada al ingreso de la caverna.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CL-05, 06 y 07

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Columna
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

CL-05, 06 y 07



Descripción Las columnas CL-05, CL-06 y CL-07 las encontramos a 140 metros del ingreso de la caverna. Estas columnas tienen una medida de 30 a 50 centímetros.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CL-08

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Columna
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA

CL-08



FOTO PANORÁMICA



Descripción

La columna esta ubicada en la repisa dentro de la sala a 150 metros del ingreso a la caverna. Presenta una peculiar características comparada con las demás, presenta un diámetro



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

BN-01

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Banderas
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

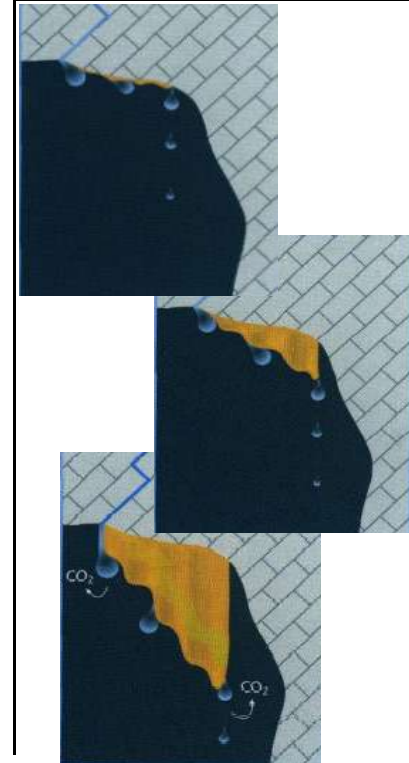
FOTOGRAFÍA BN-01



FOTO PANORÁMICA



Imagen



DESCRIPCIÓN

Al principio, el crecimiento de la bandera es casi en línea recta, con agua que fluye hacia abajo a lo largo de una superficie rocosa inclinada. Se observa banderas que van desde el techo de la caverna hasta la base, estos espeleotemas se encontraron en la parte circular de la caverna a 150 metros del ingreso.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

BN-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Banderas
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

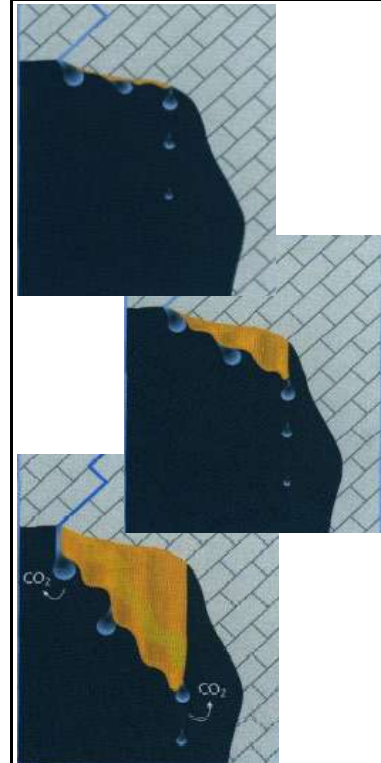
FOTOGRAFÍA BN-02



FOTO PANORÁMICA



Imagen



DESCRIPCIÓN

La formación de las banderas va ligada a dos procesos hídricos: flujo y goteo de agua. Se observa a algunas mas pronunciadas que las demás, esto se debe a que siguen las ondulaciones que pueden tener las rocas, estos espeleotemas se encontraron en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

BN-03

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Banderas
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

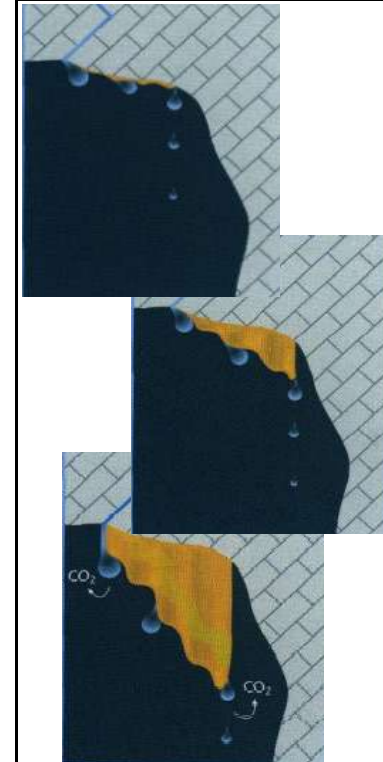
FOTOGRAFÍA BN-03



FOTO PANORÁMICA



Imagen



DESCRIPCIÓN

La formación de las banderas va ligada a dos procesos hídricos: flujo y goteo de agua. Se observa banderas algunas mas pronunciadas que las demás, esto se debe a que siguen las ondulaciones que pueden tener las rocas, estos espeleotemas se encontraron en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

BN-04

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Banderas
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

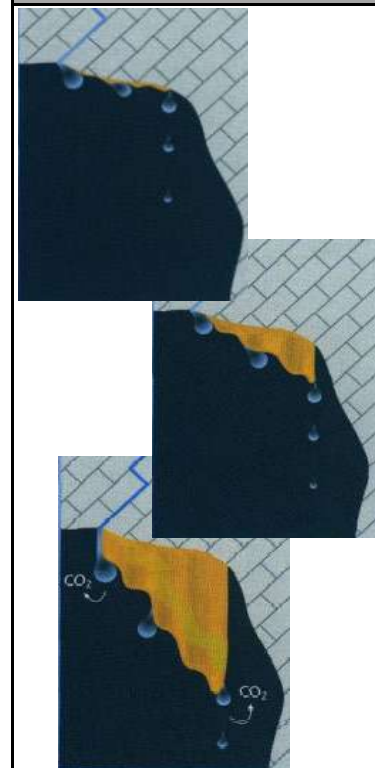
FOTOGRAFÍA BN-04



FOTO PANORÁMICA



Imagen



DESCRIPCIÓN

La formación de las banderas va ligada a dos procesos hídricos: flujo y goteo de agua. Se observa banderas algunas más pronunciadas que las otras, esto se debe a que siguen las ondulaciones que pueden tener las rocas, estos espeleotemas se encontraron en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

BN-05

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Banderas
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

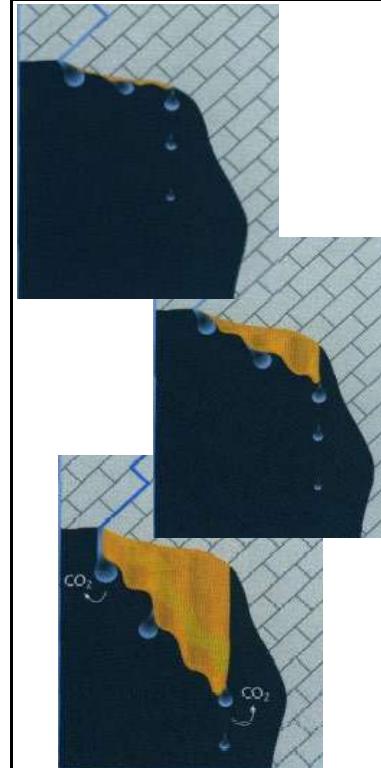
FOTOGRAFÍA BN-05



FOTO PANORÁMICA



Imagen



DESCRIPCIÓN

La formación de las banderas va ligada a dos procesos hídricos: flujo y goteo de agua. Se observa banderas junto a coladas, estos espeleotemas se encontraron en la parte circular de la caverna a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CR-01

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Coraloides
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA CR-01



FOTO PANORÁMICA



DESCRIPCIÓN

Espeleotemas nodulares o globulares, con crecimiento concéntrico, subaéreas, se desarrollan en el área de salpicadura del agua por goteo que cae desde el techo de la caverna en la parte circular de la misma, a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CR-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Coraloides
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA CR-02



FOTO PANORÁMICA



DESCRIPCIÓN

Espeleotemas nodulares o globulares, con crecimiento concéntrico, subaéreas, se desarrollan en el área de salpicadura del agua por goteo que cae desde el techo de la caverna en la parte circular de la misma, a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CLD-01

TESIS:

CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA

Ubicación

Grutas de Negropampa

Forma kársticas:

Endokárstica

Variedad:

Colada

Inventariado por:

Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto

Fecha

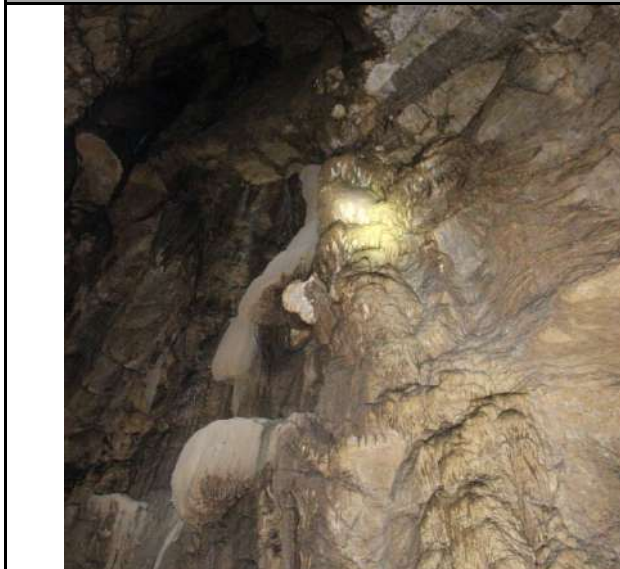
Ago-22

FOTOGRAFÍA

CLD-01



FOTO PANORÁMICA



DESCRIPCIÓN

Se observa al espeleotema en forma de manto, formados por donde el agua fluye en mayor cantidad.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CLD-02

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Colada
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

FOTOGRAFÍA CLD-02



FOTO PANORÁMICA



DESCRIPCIÓN Se observa al espeleotema en forma de manto, formados por donde el agua fluye en mayor cantidad, también se puede observar la presencia de banderas. Estos espeleotemas fueron encontrados en la parte circular, a 150 metros de la entrada.



REGISTRO GEOFORMAS KÁRSTICAS

CÓDIGO

CNL-01

TESIS:	CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA-CHOTA		
Ubicación	Grutas de Negropampa		
Forma kársticas:	Endokárstica	Variedad:	Conulito
Inventariado por:	Tesista: Liliana Esther Tasilla Soto	Fecha	Ago-22

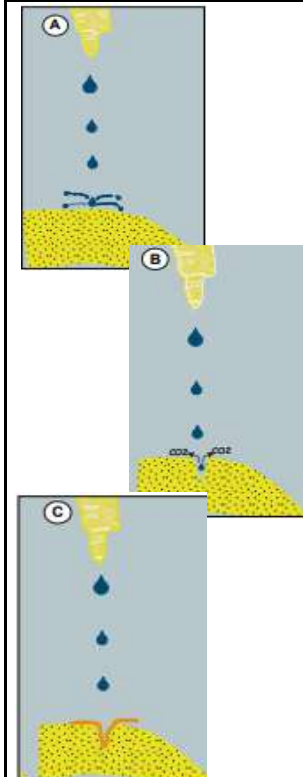
FOTOGRAFÍA CNL-01



FOTO PANORÁMICA

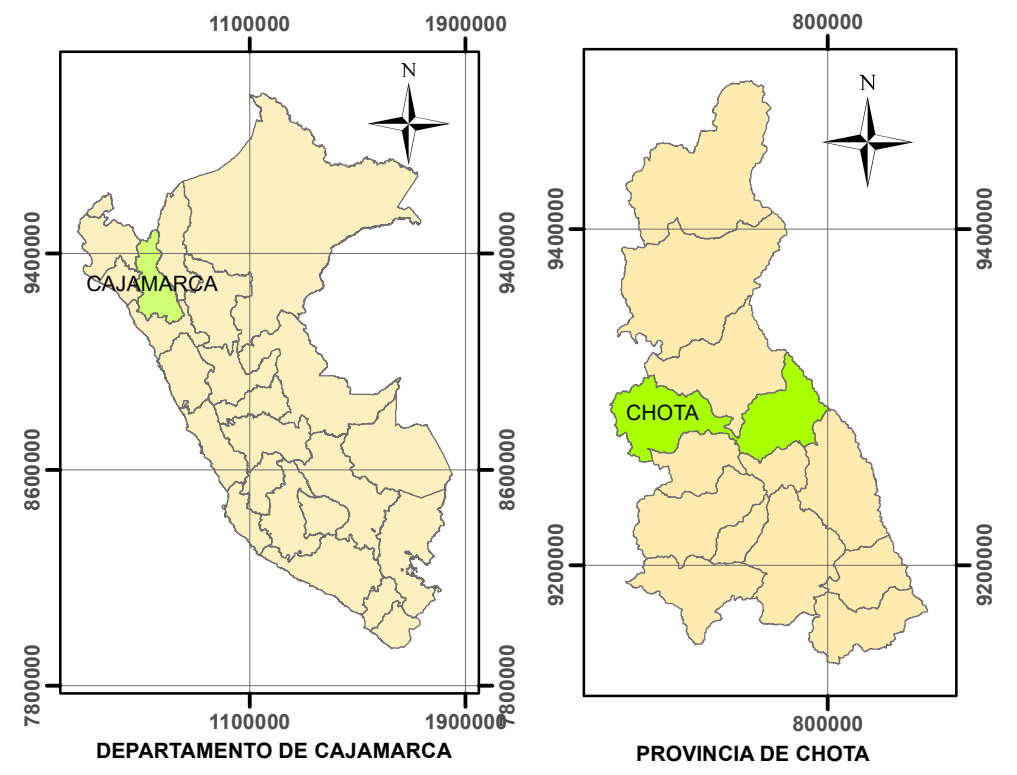


Imagen




DESCRIPCIÓN

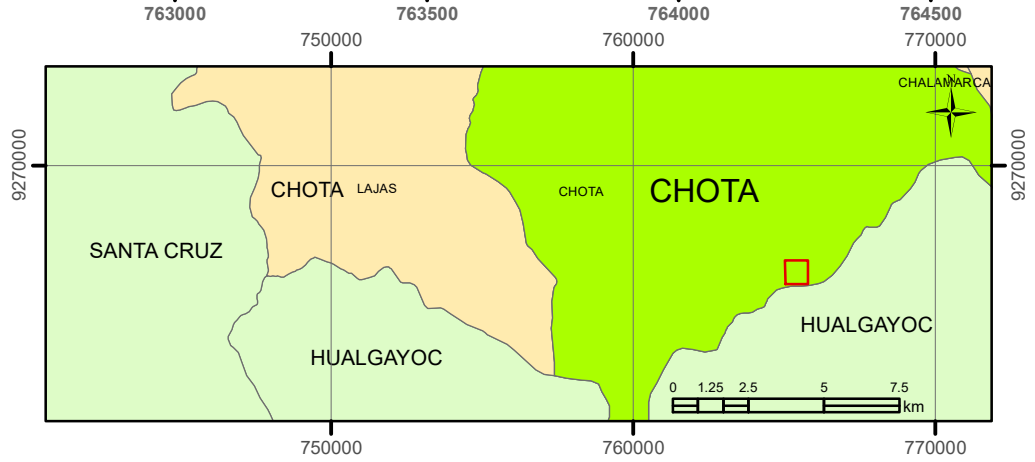
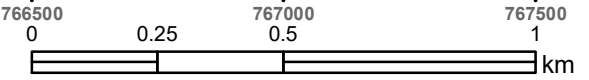
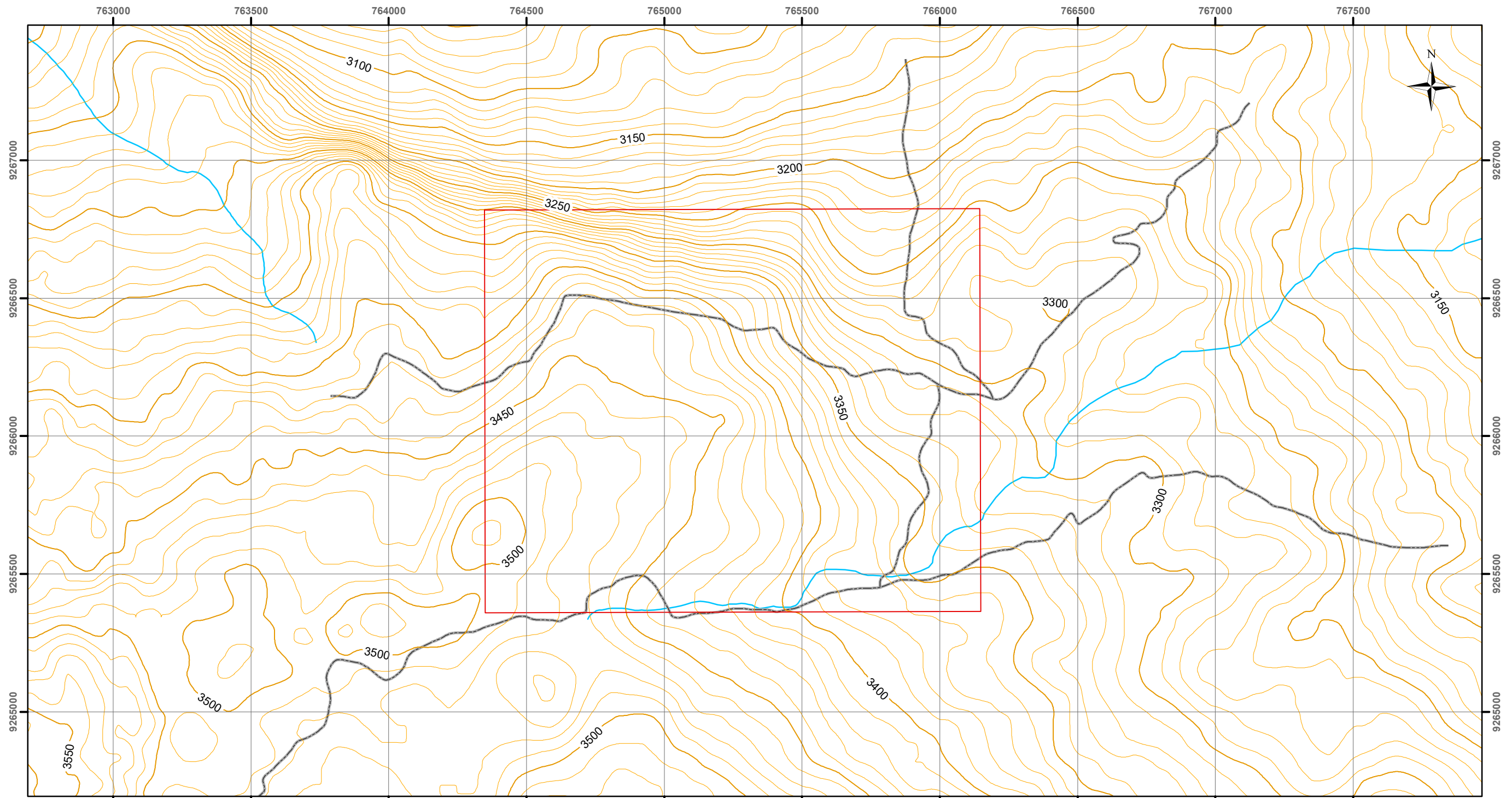
Formado por goteo en zona lodosa, se observa alrededor de 10 conulitos de formas circulares que presentan de 10 a 15 cm de profundidad y de 1 a 3 cm de diámetro. Fue encontrado en la zona circular de la caverna a 150 metros de la puerta de entrada.



SIMBOLOGÍA

Área
 Trocha carrozable

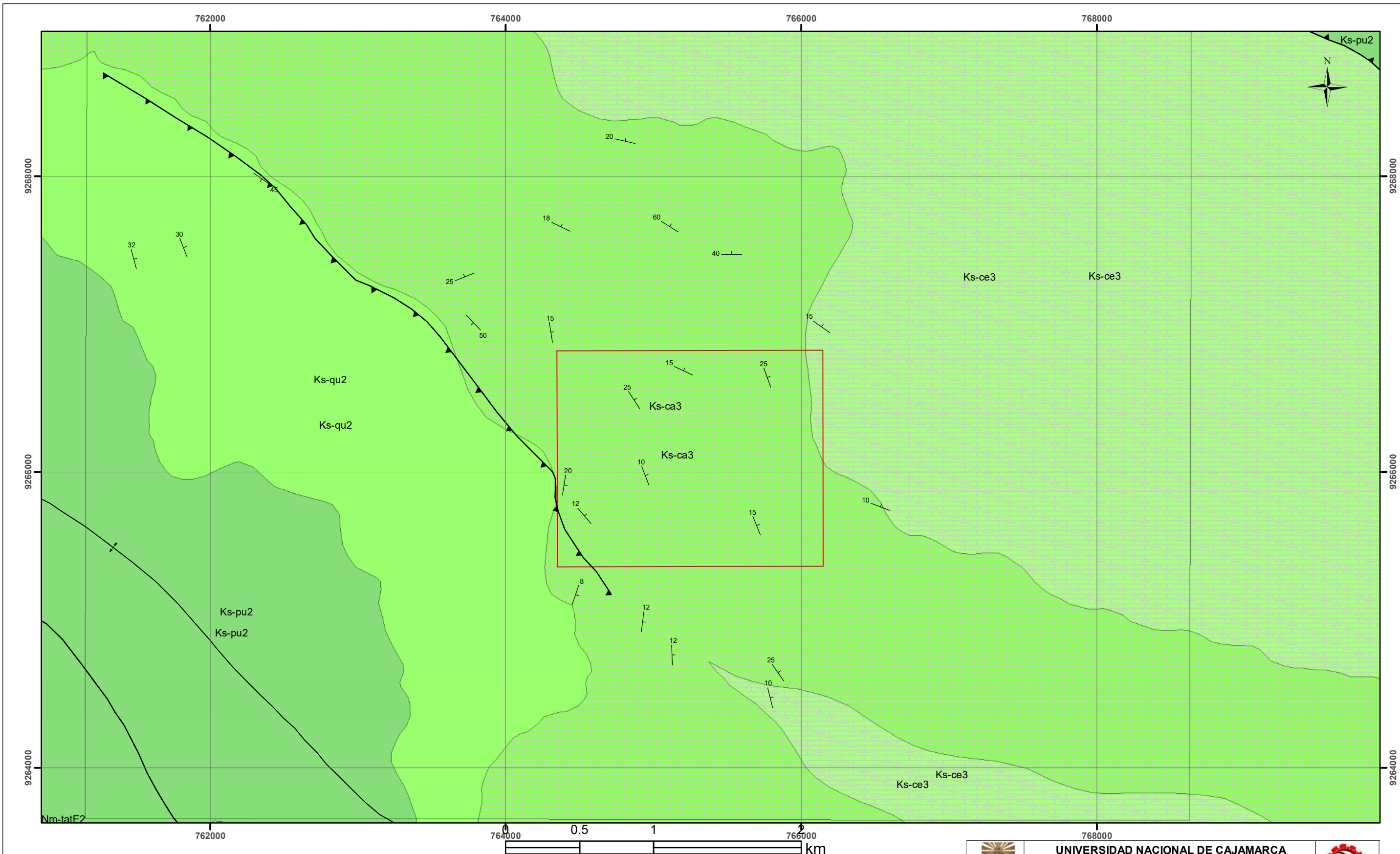
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
TEMA: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA – CHOTA		
Plano: De Ubicación	Departamento: Cajamarca	N° PLANO: 01
Asesor: Dr. Quispe Mamani Crispín Zenón	Provincia: Chota	01
Tesista: Bach. Tasilla Soto Liliana Esther	Distrito: Chota	
DATUM WGS84 - ZONA 17S	Escala: 1/15 000	Feb-24



DISTRITO DE CHOTA

SIMBOLOGÍA	
	Area
	Curvas de Nivel Mayores
	Curvas de Nivel Menores
	Trocha Carrozable

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA			
TEMA: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA – CHOTA			
Plano:	Modelo Digital De Elevaciones	N° PLANO:	
Asesor:	Dr. Quispe Mamani Crispin Zenón	Departamento: Cajamarca	02
Tesista:	Bach. Tasilla Soto Liliana Esther	Provincia: Chota	
DATUM WGS84 - ZONA 17S		Distrito: Chota	Feb-24
		Escala: 1/15 000	



LEYENDA GEOLÓGICA

	Ks-ca Formación Cajamarca
	Ks-ce Formación Celendín
	Grupo Pullucana
	Ks-qu Grupo Quilquiñán

LEYENDA ESTRUCTURAL

Pliegues

∩ Anticlinal

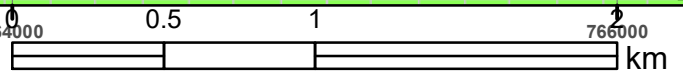
∪ Sinclinal

Fallas

▲ Falla Inversa

SIMBOLOGÍA

Área



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
TEMA: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA – CHOTA		
Plano:	Geológico Regional	N° PLANO: 03
Asesor:	Dr. Quispe Mamani Crispín Zenón	
Tesista:	Bach. Tasilla Soto Liliana Esther	Departamano: Cajamarca Provincia: Chota Distrito: Chota
DATUM WGS84 - ZONA 17S		Escala: 1/25 000 Feb-24



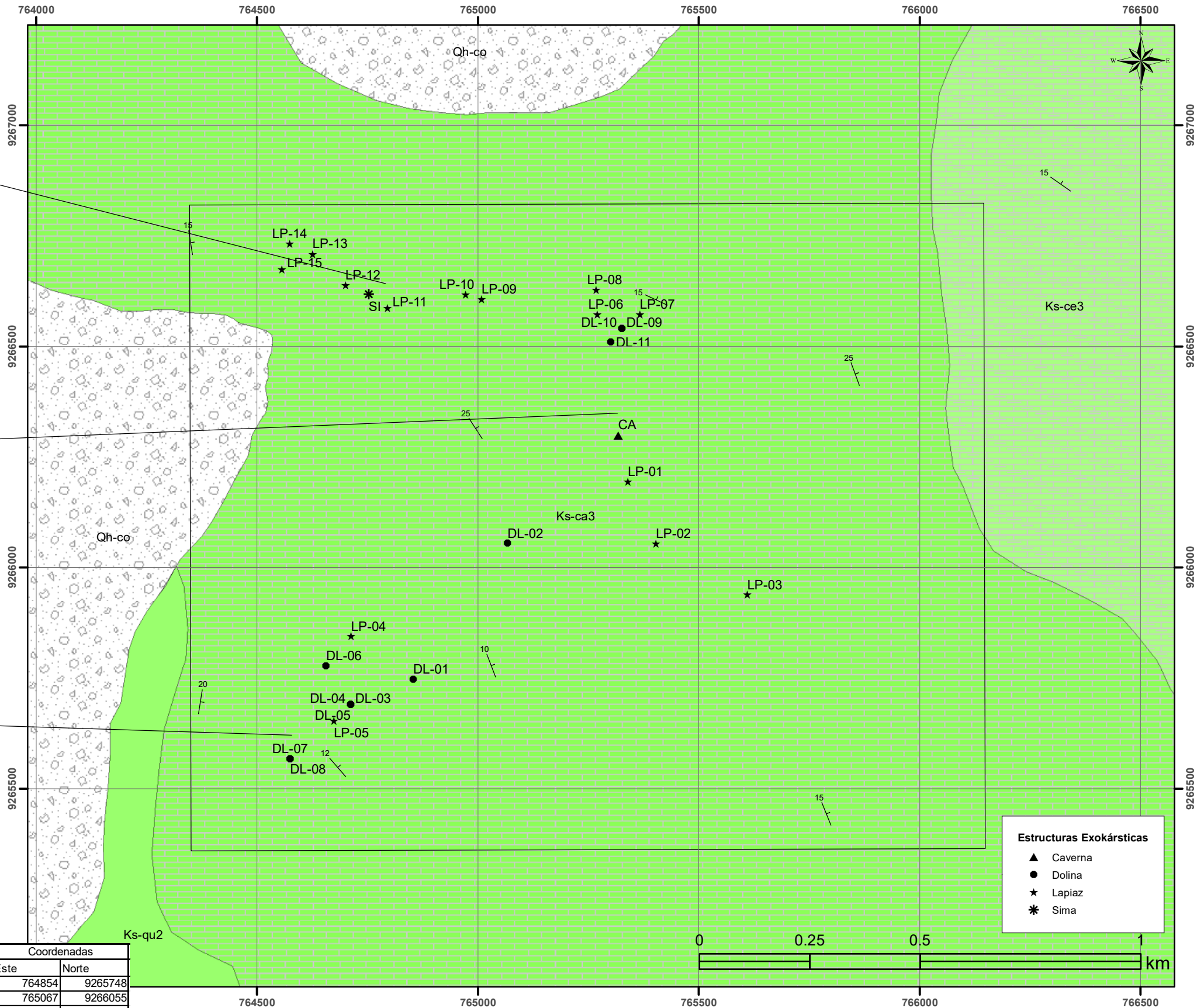
Lapiaces



Caverna



Dolina



Estructuras Exokársticas

- ▲ Caverna
- Dolina
- ★ Lapiaz
- * Sima

Código	Unidad Exokárstica	Coordenadas	
		Este	Norte
LP-01	Lapiaz	765340	9266194
LP-02	Lapiaz	765403	9266054
LP-03	Lapiaz	765610	9265938
LP-04	Lapiaz	764713	9265844
LP-05	Lapiaz	764674	9265653
LP-06	Lapiaz	765270	9266572
LP-07	Lapiaz	765367	9266572
LP-08	Lapiaz	765268	9266628
LP-09	Lapiaz	765009	9266606
LP-10	Lapiaz	764972	9266617
LP-11	Lapiaz	764795	9266586
LP-12	Lapiaz	764700	9266638
LP-13	Lapiaz	764626	9266709
LP-14	Lapiaz	764574	9266732
LP-15	Lapiaz	764556	9266674

Código	Unidad Exokárstica	Coordenadas	
		Este	Norte
DL-01	Dolina	764854	9265748
DL-02	Dolina	765067	9266055
DL-03	Dolina	764712	9265690
DL-04	Dolina	764712	9265690
DL-05	Dolina	764712	9265690
DL-06	Dolina	764656	9265778
DL-07	Dolina	764575	9265568
DL-08	Dolina	764575	9265568
DL-09	Dolina	765326	9266540
DL-10	Dolina	765326	9266540
DL-11	Dolina	765301	9266511
CA	Caverna	765318	9266299
SI	Sima	764753	9266618

LEYENDA GEOLÓGICA

- Qh-co Cuaternario Coluvial
- Ks-ca Formación Cajamarca
- Ks-ce Formación Celendín
- ks-pu Grupo Pulluicana
- Ks-qu Grupo Quilquiñán

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

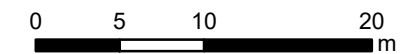
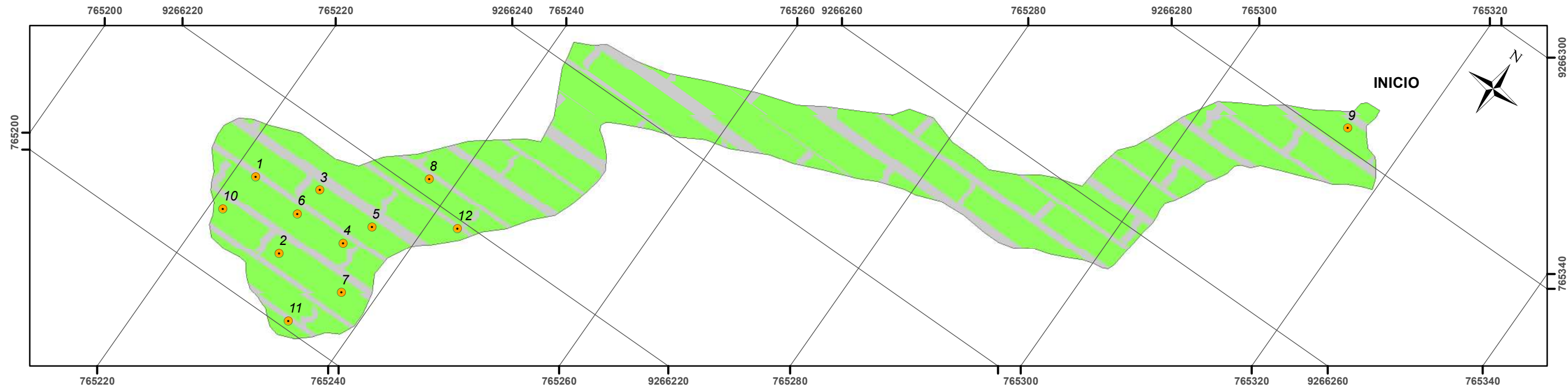
TEMA: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA - CHOTA

Plano: Geológico Local - Estructuras Kársticas
 Asesor: Dr. Quispe Mamani Crispín Zenón
 Tesista: Bach. Tasilla Soto Liliana Esther

Departamento: Cajamarca
 Provincia: Chota
 Distrito: Chota


DATUM WGS84 - ZONA 17S

N° PLANO: **04**
 Escala: 1/10 000
 Feb-24





Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator

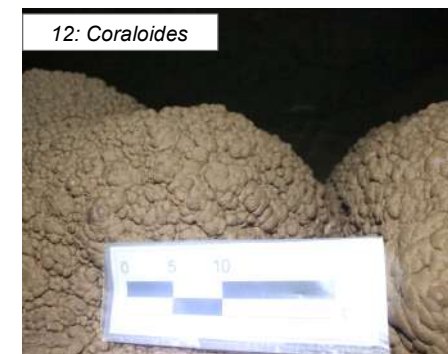
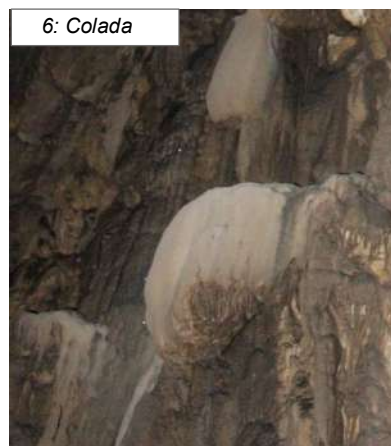
GEOLOGÍA



 Fm. Cajamarca

SIMBOLOGÍA

 Espeleotemas

 Caverna



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA			
TEMA: CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA KÁRSTICA DE LAS ROCAS CARBONATADAS EN LA LOCALIDAD DE NEGROPAMPA – CHOTA			
Plano:	Vista en Planta de la Caverna		N° PLANO:
Asesor:	Dr. Quispe Mamani Crispín Zenón	Departamento: Cajamarca	05
Tesista:	Bach. Tasilla Soto Liliana Esther	Provincia: Chota Distrito: Chota	
DATUM WGS84 - ZONA 17S		Escala: 1/450	Feb-24