



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**ENTRE FUEGO Y POROS:
MICROMORFOLOGÍA APLICADA
A SEDIMENTOS ARQUEOLÓGICOS
ASOCIADOS A LA
ESTELA DE CUICUILCO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ANTROPOLOGÍA
(ARQUEOLOGÍA)

P R E S E N T A:
DANIEL GONZÁLEZ PINEDA



DIRECTORA DE TESIS:
DRA. GEORGINA IBARRA-ARZAVE

CIUDAD DE MÉXICO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres Guillermo González Pérez

y Miriam Columba Pineda Aguilar

A mi hermana, Naara González Pineda

Este trabajo de investigación fue realizado gracias al financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM: IN107920 – Impacto del fuego en los registros edafosedimentarios y su interacción con las actividades humanas del pasado y presente.

Dirigido por la Dra. Elizabeth Solleiro-Rebolledo.

Agradezco a la DGAPA-UNAM por la beca recibida.

Agradecimientos.

Este trabajo es el resultado de un largo andar, no sólo académico sino de vida.

En este andar, he conocido personas increíbles cuya presencia ha permeado profundamente en mí.

En primera, quiero agradecer enormemente a mis padres, quienes a pesar de los obstáculos siempre han estado ahí, apoyándome. A mi hermana, cuyo existir me ha transmitido las ganas para pintar un mundo mejor. A mis abuelos, por cultivar en mí el amor hacia las raíces.

A mis amigos y compañero de la universidad. Gracias por los momentos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad de reconocer dentro de mí el amor por el conocimiento.

A la Dra. Georgina Ibarra-Arzave, por el tiempo y los consejos, por asesorarme hasta la conclusión de esta tesis.

A la Dra. Elizabeth Solleiro-Rebolledo, quien con toda la confianza me brindó su mano en tiempo difíciles.

Al Mtro. en C. Jaime Díaz Ortega y la Dra. Yazmin Rivera Uria, por las enseñanzas y la paciencia.

Al Dr. Sergey Sedov, Al Dr. Héctor Cabadas, a la Dra. Marta Mateu, por las observaciones, la información proporcionada y el ánimo para seguir superando las barreras.

A la Dirección de Estudios Arqueológicos del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Al Proyecto Arqueológico Cuicuilco, en especial a los arqueólogos Felipe Ramírez, Mónica Moguel y Denia Sandoval, quienes facilitaron el acceso al sitio, la obtención de muestras y el acceso a la información para la publicación de esta investigación.

Al grupo de Paleosuelos por sus observaciones acertadas.

A la Dra. Annick Daneels, al Dr. Felipe Ramírez y al Dr. César Villalobos por sus valiosas observaciones.

“Para mí solo recorrer caminos que tienen corazón,

Cualquier camino que tenga corazón.

Por ahí yo recorro, y la única prueba que vale es atravesar todo su largo.

Y por ahí recorro yo, mirando, mirando, sin aliento.”

J.M.

Índice

Agradecimientos	pág.
Resumen	13
Introducción	15
<i>Planteamiento del problema</i>	<i>19</i>
<i>Justificación</i>	<i>20</i>
<i>Hipótesis</i>	<i>20</i>
<i>Objetivo principal</i>	<i>21</i>
<i>Objetivos particulares.....</i>	<i>21</i>
Capítulo 1. Marco teórico.....	22
<i>1.1. El Desarrollo de la Arqueología Procesual</i>	<i>22</i>
<i>1.2. Geoarqueología.....</i>	<i>25</i>
<i> 1.2.1. Procesos de formación</i>	<i>26</i>
<i> 1.2.2. El depósito arqueológico.....</i>	<i>29</i>
<i> 1.2.3. Estratigrafía.....</i>	<i>31</i>

1.3. Micromorfología	34
1.3.1. Microestratigrafía	36
1.4. Conclusión	37
Capítulo 2. Antecedentes	39
2.1. Antecedentes Arqueológicos.....	39
2.1.1. La Cuenca de México	39
2.1.2. Un valle bautizado por el fuego	42
2.1.3. Cuicuilco y la arqueología del Pedregal de San Ángel	47
2.1.4. Trabajos arqueológicos en el Gran Basamento	51
2.1.5. La Estela	52
2.2. Conclusiones	55
Capítulo 3. Área de estudio	57
3.1. Localización del área de estudio	57
3.1.1. Geología	58
3.1.2 El Xitle	59
3.1.3. Geomorfología	62
3.2. Medio ambiente.....	62
3.3. Suelos	63
3.4. Flora	64
3.5. Fauna	66
3.6. Conclusiones	68

Capítulo 4. Metodología	70
4.1. Trabajo de Campo.....	70
4.2. Procesamiento de las muestras	73
4.3. Color.....	74
4.4. Análisis micromorfológico	74
4.5. Análisis micromorfométrico	76
4.6. Conclusiones	77
5. Resultados.....	78
5.1. Descripción morfológica del Perfil	78
5.2. Color.....	79
5.3. Micromorfología	81
5.4. Límites.....	93
5.5. Micromorfometría.....	110
5.6. Conclusiones	112
Capítulo 6. Discusión	113
6.1. Identificación de los procesos de formación	113
6.1.1. Procesos naturales de formación.....	115
6.1.2. Procesos culturales de formación.....	117
6.2. Microestratigrafía.....	120
6.2.1. El espacio poroso.....	125
6.3. Conclusiones	128

Capítulo 7. Consideraciones finales.....	130
<i>7.1. Los principales procesos de formación.....</i>	<i>130</i>
<i>7.2. Algunas consideraciones sobre el depósito asociado a la Estela</i>	<i>131</i>
<i>7.3. La dinámica cultural implícita en los sedimentos</i>	<i>133</i>
<i>7.4. Conclusiones</i>	<i>134</i>
Bibliografía.....	137

Lista de Figuras

Número de Figura	Descripción	Página
1	La Cuenca de México durante el periodo Formativo (Sánchez 2013).	39
2	Ubicación de Cuicuilco (Cummings 1923).	47
3	Intervenciones arqueológicas en el Gran Basamento (López-Camacho 1993).	51
4	Estela de Cuicuilco (Pérez-Campa 1998).	52
5	Situación de la Estela en torno al Gran Basamento (Ramírez 2012)	55
6	Ubicación del área de estudio (González <i>et al.</i> 2000).	57
7	Extensión del derrame lávico del Xitle (Solleiro-Rebolledo <i>et al.</i> 2016).	61
8	Geoformas pre y post erupción. (Córdova <i>et al.</i> 1994).	62
9	Ubicación de la Estela dentro de Cuicuilco (González <i>et al.</i> 2000).	70
10	Muestras recolectadas en campo.	71
11	Perfil de la Estela.	72
12	Análisis micromorfométrico.	76
13	Micromorfología.	90

14	Límite E4-E5.	95
15	Límite E5-E6.	97
16	Límite E6-E7.	99
17	Límite E7-E8.	101
18	Límite E8-E9.	103
19	Límite E9-E10.	105
20	Límite E10-E11.	107
21	Límite E11-E12.	109
22	Gráfico de resultados de rasgos observados.	114
23	Modelo para pisos de ocupación.	127

Lista de Tablas

Número de Tabla	Descripción	Página
1	Resultados de color Munsell.	79
2	Valores de Micromorfometría.	110
3	Rasgos morfológicos característicos de pisos de ocupación.	127

Resumen

La Estela de Cuicuilco es un monolito de andesita desplantado sobre un montículo artificial de tierra situado encima de un terraplén emparejado a pocos centímetros arriba del suelo natural de la Cuenca de México. En la actualidad se encuentra asociada a un depósito de pedosedimentos de 4 m de espesor, sobre los cuales se desplantó la penúltima fase constructiva del Gran Basamento. Estudios preliminares la sitúan en un momento muy temprano de ocupación del asentamiento (c. 800 a 600 a.C.), y a pesar de la importancia de la Estela, poco se sabe acerca de su posible función y las dinámicas culturales en torno a esta estructura.

El objeto de esta investigación comprende un análisis geoarqueológico de los contactos entre capas de los depósitos pedosedimentarios presentes en el perfil de la Estela pues estas zonas, al representar hiatos en la secuencia de deposición, suponen superficies estables que en el pasado pudieron albergar antiguos pisos de ocupación donde moraron los antiguos habitantes de Cuicuilco.

Por ello, el objetivo principal de esta tesis fue caracterizar los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela de Cuicuilco a partir de técnicas micromorfológicas. A raíz de los análisis micromorfológicos y micromorfométricos realizados en un total de 8 muestras extraídas para los fines de esta investigación, se realizó una microestratigrafía de los horizontes que sepultaron a la Estela, prestando especial atención a los indicadores de porosidad y morfología de zonas estratégicas asociadas a los límites entre capas.

Los resultados obtenidos arrojaron datos sobre los principales procesos de formación tanto naturales como culturales que actuaron en la creación y modificación del depósito; la

cuantificación de los rasgos antrópicos tales como restos carbonizados, costras superficiales de suelo, fragmentos de suelo reabajados, develaron el posible origen de los materiales y las posibles perturbaciones posteriores a su deposición, con la medición del espacio poroso se reconocieron cambios discretos en los límites entre capas que indican un impacto antrópico directo en estas superficies expuestas en el pasado.

Derivado de esta investigación logramos vislumbrar en zonas estratégicas de las muestras algunas de las dinámicas culturales existente en la secuencia ascendente del depósito asociado a la Estela, corroborando que las técnicas microscópicas enfocadas en la resolución de problemas arqueológicos son una herramienta eficaz para ofrecer detalles de rastros culturales que el arqueólogo no puede observar a simple vista.

Introducción

Cuicuilco es un sitio arqueológico localizado al sureste de la Ciudad de México fechado hacia 800 a.C.-250 d.C. que durante el horizonte Formativo Tardío y Terminal, se posicionó como el principal centro regional del sur de la Cuenca de México, con una población total estimada de hasta 20,000 habitantes y una extensión cercana a las 400 hectáreas (Sanders *et al.* 1979).

Con una larga ocupación que data desde la fase Tetelpan (800 a.C.) hasta la fase Cuicuilco (200 a.C.) (Ramírez 2012), su desarrollo se vio truncado por la actividad volcánica del Xitle.

A consecuencia de este evento geológico, la población fue sepultada por al menos 5 coladas de lava incandescente provenientes de las laderas del Ajusco que sellaron gran parte del asentamiento con gruesas capas de basalto (Córdova *et al.* 1994; Delgado *et al.* 1998).

Durante casi 2,000 años el registro arqueológico de Cuicuilco se mantuvo intacto bajo las lavas del Pedregal de San Ángel hasta que, a inicios del siglo XX, geólogos, arqueólogos y naturalistas cambiaron el rumbo de la historia al ir desenterrando a las primeras sociedades complejas que se asentaron en la Cuenca de México (Alaniz y Sánchez 2021).

Los primeros trabajos de excavación los realizó Byron Cummings de 1922 a 1924 (Cummings 1923). Dicha intervención fue compleja y requirió de una gran cantidad de esfuerzo, especialmente para despejar el espacio alrededor del Gran Basamento, cuya cumbre afloraba por encima del nivel de la lava.

Otro tanto tiempo pasó, de la mano de muchos estudiosos que realizaron pequeñas intervenciones de mantenimiento o salvamentos arqueológicos con el único fin de preservar, dejando de lado, inerte, la mayoría del registro arqueológico de Cuicuilco (Moguel 1997).

Fue en el año de 1997 cuando el Proyecto Arqueológico Cuicuilco liderado por Mario Pérez-Campa inició una serie de excavaciones en el costado suroriente del Gran Basamento. Con el transcurrir de las investigaciones, no tenía idea del gran descubrimiento que habría de hacer; una enorme columna de andesita de aproximadamente 3.90 metros de altura pondría en jaque la profundidad histórica de Cuicuilco, pues el desplante de esta enigmática estructura se localizó varios metros por debajo del piso que corresponde a la tercera etapa constructiva del Gran Basamento; su desplante parece estar relacionado con la edificación del primer cono truncado (Pastrana y Ramírez 2012; Pérez-Campa 1997).

La presente investigación se enfoca en caracterizar mediante la micromorfología y microestratigrafía los contactos entre capas de los depósitos sedimentarios asociados a esta estructura. Estos contactos suponen espacios expuestos en el pasado, que posiblemente, fungieron como superficies de ocupación estables en donde se llevó a cabo actividad antrópica. Es así como a partir de la observación y estudio de ocho láminas delgadas logramos inferir algunos atisbos de la dinámica cultural.

Creemos pertinente señalar que la micromorfología representa una gran oportunidad para estudiar cualquier yacimiento a pequeña escala; las muestras recolectadas en campo para el análisis bajo el microscopio tienen la destacada característica de conservar su orientación y no estar perturbadas, lo que hace posible la construcción de una secuencia ordenada de horizontes, así como la caracterización para conocer su composición y los procesos que llevaron a su formación, logrando de esta manera la concatenación con hechos culturales (Goldberg 2018). La visualización de láminas delgadas es una herramienta que ofrece amplias gamas de posibilidades para estudiar el contexto arqueológico, ayudando a resolver interrogantes que el arqueólogo no puede contemplar a simple vista.

Creemos de vital importancia ahondar en el conocimiento de los sedimentos asociados a la Estela de Cuicuilco pues debido al poco conocimiento respecto al contexto arqueológico de esta estructura y, aunado a la dificultad de realizar excavaciones extensivas en la zona, se realizó un estudio geoarqueológico, que a grandes rasgos se basó en el estudio del contexto arqueológico con métodos provenientes de las Ciencias de la Tierra (Araujo 1999)

Para la presente investigación, se tomaron en consideración los indicadores de impacto antrópico presentes en la memoria de los pedosedimentos, prestando especial atención a los materiales fueron utilizados como rellenos constructivos con la finalidad de elevar el terreno en sectores estratégicos del asentamiento. Otro elemento importante a considerar fue el índice de porosidad presente en las regiones de las muestras adyacentes a los límites entre capas, que a grandes rasgos, muestran una fuerte reducción en el espacio poroso que refleja una dinámica antrópica de compactación de superficies, posiblemente debido al tránsito regular de personas.

Los resultados obtenidos mostraron una dinámica de relleno que se llevó a cabo de forma paulatina, por lo cual pensamos esta estructura fue cubierta de forma gradual, dejando como evidencia varios eventos de deposición creados con los suelos circundantes. Mediante el estudio de estos materiales planteamos la presencia de cinco pisos de ocupación.

Para explicar lo anterior, la investigación se compone de siete capítulos:

En el Capítulo 1 se desarrolla el marco teórico y referencial, presentando los principales postulados utilizados para la construcción del objeto de estudio de esta tesis, abarcando desde los orígenes del enfoque procesual en arqueología y su relación con los estudios geoarqueológicos, enfocando nuestra atención a los procesos de formación de los depósitos arqueológicos y las aplicaciones de la micromorfología para el estudio microestratigráfico.

En el Capítulo 2 se realiza un esbozo general de los antecedentes arqueológicos del sur de la cuenca y del Sitio Arqueológico de Cuicuilco, contemplando desde los primeros asentamientos humanos en la región, hasta las últimas exploraciones arqueológicas producto de una larga historia de intervenciones iniciadas por estudiosos decimonónicos de diversas disciplinas, hasta los descubrimientos efectuados por los proyectos arqueológicos consolidados que dieron como fruto el descubrimiento de la Estela.

En el Capítulo 3 se abordan las generalidades geológicas y geomorfológicas de la región, abarcando los principales formaciones y estratificaciones de origen volcánico que moldearon el antiguo paisaje de la cuenca y que dieron origen a una gran diversidad de factores bióticos, como la flora y la fauna, y de aquellos abióticos representados por los diversos tipos de suelos que a posteriori guardarían una estrecha relación con los antiguos moradores de Cuicuilco.

Dentro del Capítulo 4 se plantea la metodología utilizada para esta investigación, enfocándonos en el trabajo de campo donde se efectuó la descripción del perfil sedimentario asociado a la Estela, enfocándonos en la disposición de sus estratos, su textura y color, dando paso al reconocimiento de los límites entre capas, cuya finalidad fue la de obtener las muestras sedimentarias que posteriormente serían transformadas en láminas delgadas para su visualización en el microscopio petrográfico.

Los resultados se muestran en el Capítulo 5, producto de las técnicas microscópicas aplicadas y utilizadas en la investigación, se vierte una serie de descripciones detalladas que abarcan la exposición general de los rasgos micromorfológicos observados en las distintas capas del perfil, así como el estudio microestratigráfico y micromorfométrico efectuado en las zonas de los límites entre capas presentes en los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela, prestando especial atención al espacio poroso.

En el Capítulo 6 se lleva a cabo la discusión de la investigación. En este apartado se exponen los principales procesos naturales y culturales de formación y se destacan los hallazgos registrados en los límites entre capas a través del estudio microestratigráfico.

Para concluir, las consideraciones finales se presentan en el último capítulo, donde se da un esbozo general de la dinámica cultural hallada en la memoria de los sedimentos que se desarrollaron en el pasado en esta estructura, que posiblemente fue el principal espacio ritual de Cuicuilco.

Planteamiento del problema

La Estela es una de las estructuras más antiguas erigidas en el núcleo cívico de Cuicuilco, cuyo desplante se sitúa sobre un montículo de tierra por encima del piso original de la Cuenca de México (Pérez-Campa 1998; Ramírez 2012), de la cual poco se conoce acerca de su posible función y contexto.

A pesar de que existen algunos estudios preliminares, aún quedan muchas interrogantes asociadas al registro arqueológico de este monolito. Es así como a partir de un estudio micromorfológico caracterizamos los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela de Cuicuilco, decodificando la información asociada a estos materiales para diferenciar los procesos naturales de los culturales inmersos en ellos (Targulian y Goryachkin 2004). La utilización de técnicas interdisciplinarias para la solución de problemas arqueológicos puede ayudar a entender la naturaleza de los objetos de estudio desde una óptica distinta, en este caso desde las ciencias de la tierra (Araujo 1999).

Justificación

A pesar de los estudios geoarqueológicos realizados por Ibarra-Arzave (2015), Solleiro-Rebolledo *et al.* (2016), Luciano (2017) e Ibarra-Arzave *et al.* (2019) en el sur de la cuenca, aún existe poco detalle a nivel micromorfológico de la dinámica humana relacionada a estos materiales pedosedimentarios localizados en torno a la Estela. Es por esto que consideramos importante realizar una investigación que trate de complementar los trabajos arqueológicos y geoarqueológicos ya realizados, entre ellos el estudio micromorfológico de los pedosedimentos localizados en lugares estratégicos del sitio arqueológico de Cuicuilco (Luciano 2017). En este rubro, la principal contribución de la micromorfología será mostrarnos no solo una caracterización cuantitativa de los fenómenos antrópicos presentes en los sedimentos, sino también ofrecer detalles precisos del depósito y el registro arqueológico (Matthews *et al.* 1997).

Creemos que este trabajo aportará información importante, la cual permitirá seguir construyendo la historia de este asentamiento para entender la dinámica de Cuicuilco y sus habitantes en sus fases más tempranas de ocupación.

Hipótesis

La micromorfología aplicada a suelos y sedimentos arqueológicos es una herramienta útil para conocer los depósitos arqueológicos en una escala espacial y temporal idónea, su aplicación a contextos arqueológicos puede acercarnos al pasado humano que es imperceptible a simple vista, ya que las actividades humanas quedan registradas en la memoria de los pedosedimentos. Si esta técnica ofrece datos precisos sobre el depósito,

entonces su aplicación a los sedimentos arqueológicos ayudará a extraer la información de la actividad antrópica asociada a la Estela. Esto nos permitirá comprender de mejor manera la función y actividades que se desarrollaron en este espacio.

Objetivo principal

Caracterizar mediante técnicas micromorfológicas a los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela de Cuicuilco.

Objetivos particulares

- Evaluar los factores de formación que crearon el depósito.
- Realizar un estudio microestratigráfico en el perfil de la Estela.
- Cuantificar y medir mediante micromorfometría los rasgos de compactación asociados a los procesos antrópicos.
- Identificar los procesos antrópicos presente en los sedimentos.
- Inferir la dinámica cultural existente en torno a los sedimentos de la Estela.

Capítulo 1. Marco teórico

1.1. El Desarrollo de la Arqueología Procesual

Los orígenes de la arqueología como disciplina comenzaron desde que los artefactos recuperados en las diversas excavaciones eran coleccionados y apilados en estanterías, sujetas al entusiasmo y curiosidad de los llamados anticuarios, quienes elaboraron las primeras seriaciones de los materiales con base en los atributos observados en las piezas, cuyas características eran conjuntadas en tipos y asociadas a ciertas edades culturales. Estos estudios trataron de aportar los primeros métodos aplicados al conocimiento de la historia de las sociedades antiguas (Trigger 1992). Durante esta primera época de la arqueología, el método y la teoría de explicación efectuadas para comprender a las culturas pretéritas se habían esbozado tradicionalmente dentro del marco de la historia cultural, haciendo énfasis en la descripción de los acontecimientos en lugar de su explicación (Trigger 1992).

Sin embargo, sucedió que este paradigma comenzó a ser fuertemente cuestionado; la arqueología en esencia estaba fuertemente arraigada en la descripción de los atributos físicos observados en los materiales recolectados. Este tipo de explicación dejaba de lado los procesos sociales subyacentes, dando como resultado una disciplina “fetichista”, pues se consideró que se dejaba de lado los fenómenos culturales de su contexto de creación, utilización y desecho de los artefactos dentro de un sistema sociocultural vivo (Matthews 2006).

Fue durante la década de los cincuenta y sesenta que en ciertos medios académicos, principalmente del mundo angloparlante, que inconformes con el discurrir de la disciplina, comenzaron a cuestionar si la arqueología realmente cumplía las condiciones de adjudicarse

el título de disciplina científica. Este nuevo paradigma que se gestó dentro de la disciplina arqueológica pretendió integrar el método científico para estudiar el fenómeno de la historia de la humanidad; mediante la objetividad empírica emparentada con el marco de metodológico y teórico de las ciencias naturales. Esto permitió dejar de lado la interpretación mediante las “ciencias del espíritu” (Lull y Micó 1998).

El nacimiento de la arqueología procesual surgió a manera de reacción, y fue llamada la “*nueva arqueología*” por lo “novedoso de su método y teoría”. Esta corriente del pensamiento fue directamente en contra de la tradicional arqueología histórico-cultural que daba prioridad a la descripción histórica de los fenómenos y rasgos culturales observados en los artefactos. Para los estudiosos de aquel tiempo, la arqueología se había reducido a una paráfrasis de discursos desgastados, prioritariamente históricos y difusionistas, alejados enfáticamente del conocimiento científico de las sociedades antiguas (Binford 1968; Matthews 2006; Patterson 1990).

A grandes rasgos, señalamos que la nueva arqueología fue concebida como una ciencia antropológica más que una aliada de la historia pues proponía explicaciones sobre el pasado en lugar de meras descripciones; la cultural fue englobada dentro de procesos y leyes generales, siendo relacionada con la metáfora de sistemas, pues, para los procesualistas, la cultura era vista como un sistema integrado por subsistemas interdependientes, cuya dinámica y sinergia engendraba los procesos socioculturales. Además se propuso integrar el método científico para separar consecuentemente la teoría del método (Matthews 2006).

Como se mencionó arriba, un interés y preocupación general fue la búsqueda de un método y una teoría propios de la arqueología. En este sentido, algunos trabajos como los de Binford (1962, 1981, 1991) fueron considerados piedra angular para la formulación de la nueva

arqueología; sus trabajos, enfocados en el desarrollo de la teoría procesual como la bien conocida *teoría de rango medio* abrieron nuevos paradigmas enfocados en el estudio científico del pasado del hombre. Por otro lado, se tomaron en cuenta las formulaciones proporcionadas mediante los métodos, por ejemplo, de la etnoarqueología y los estudios actualísticos, cuya finalidad era realizar observaciones del presente para efectuar inferencias acerca del pasado, dentro de un marco sincrónico y diacrónico (Binford 1991; Matthews 2006).

Una de las vertientes que surgieron dentro de la arqueología procesual fue la integración de metodologías provenientes de las “ciencias duras” como la demografía, la ecología, la geología y los métodos de datación, surgiendo a la vez el interés por los procesos de formación del registro arqueológico, en particular se trató de entender la transformación de los yacimientos arqueológicos y de los artefacto entendiendo dichas transformaciones por medio de procesos de formación naturales y culturales (Schiffer 1972), siendo este un interés primordial de la presente investigación y que será abordado en lo consecuente. En general, el enfoque transdisciplinario entre las ciencias sociales y las llamadas “ciencias duras” fue un punto de convergencia importante para la nueva arqueología (Shanks y Hodder 1995; Lull y Micó 1998)

A manera de síntesis, podemos concluir que los defensores de esta corriente teórica negaron el empirismo, adoptando el positivismo y el científicismo, acercándose a los métodos de las ciencias naturales y traspolando al campo de las ciencias de la cultura; aunque se pretendió que el estudio de las sociedades del pasado podía ser desprendida de los preceptos sutiles de la experiencia, la política y los fenómenos sociales, no debemos olvidar que cada fenómeno

teórico nace en contextos históricos particulares de cuyos sesgos debemos ser conscientes (Patterson 1990).

1.2. Geoarqueología

Del paradigma de la nueva arqueología se desarrollan varias corrientes auxiliares enfocadas en el conocimiento del pasado científico del hombre, en este sentido la geoarqueología nace como un marco conceptual producto del diálogo entre la arqueología y las geociencias. Sus inicios se remontan a los trabajos pioneros de algunos arqueólogos europeos quienes durante 1830, realizaron investigaciones multidisciplinarias enfocadas al entendimiento del contexto ambiental del hombre del Paleolítico. Este enfoque resultó en el interés del conocimiento de la interacción de las culturas con su medio ambiente natural desde un punto de vista procesual (Butzer 1982; Acevedo 2014). Su rango de aplicación para la solución de problemas arqueológicos es amplio, comprendiendo desde estudios del contexto y origen de los antiguos homínidos, el poblamiento temprano de América, el surgimiento de las primeras sociedades urbanas y la domesticación de animales, a manera de ejemplo (Goldberg y MacPhail 2006).

Esta rama del conocimiento arqueológico se sirve de distintas disciplinas tales como la micromorfología, la estratigrafía, la sedimentología, la edafología, entre otras, y su principal característica es realizar investigaciones arqueológicas mediante la aplicación de metodologías provenientes de las ciencias de la tierra para la solución de problemas arqueológicos (Waters 1992). Además, debemos resaltar que su principal aportación a la arqueología radica en que los diversos estudios aplicados tanto en campo como en el análisis en laboratorio aportan el conocimiento del contexto arqueológico, comprendiendo desde su génesis, pasando por las transformaciones experimentadas, hasta su interrelación con los

sistemas sociales humanos (Butzer 1982). Lo anterior se denomina holísticamente “procesos de formación”, y se considera en sí la piedra angular del enfoque geoarqueológico (Goldberg y MacPhail 2006)

Entre los principales objetivos de estudio de la geoarqueología están: a) situar los sitios en su contexto temporal relativo (técnicas estratigráficas) y absoluto (dataciones radiométricas), b) conocer los procesos de formación del contexto arqueológico, comprendiendo aquellos provenientes de transformaciones culturales y naturales resultado de la interacción entre cultural, medio ambiente y el depósito arqueológico y c) la reconstrucción del paisaje a escala local y regional para comprender el desarrollo cultural así como las transformaciones ocurridas a través del tiempo (Waters 1992; Solleiro *et al.* 2012).

A pesar de que la geoarqueología emparentó principalmente con los postulados emanados desde la arqueología procesual, se ha visto un creciente interés hacia el desarrollo de estudios post procesuales, lo cual permite entrever la cualidad de este enfoque para el cambio y la formulación de estudios más holísticos y humanistas dentro de las investigaciones geoarqueológicas (Sheets 2009).

1.2.1. Procesos de formación

Los procesos de formación fueron discutidos con el advenimiento de la “nueva arqueología”. En un principio, se concebía el *assemblage* de artefactos como la unidad mínima de análisis. Algunas propuestas como la de Binford (1962) determinaron que la cultura material legada por sociedades pasadas perteneció alguna vez a un sistema cultural vivo, en ciertos contextos funcionales, sociales, tecnológicos e ideológicos; la estructura formal de los conjuntos de materiales que son hallados en el registro arqueológico representaría el retrato fiel de un sistema cultural extinto. Estas primeras afirmaciones crearon algunas discrepancias, pues los

conjuntos materiales del registro arqueológico se concebían como inmutables, hallados por el arqueólogo en la posición original de su deposición, dejando de lado la gran variabilidad en cuanto a las transformaciones que el depósito arqueológico podría experimentar.

En esos mismo años, teóricos como Ascher y Cowgill comenzaron a formular hipótesis sobre la integridad de registro arqueológico haciendo referencia al tiempo y a las perturbaciones que pueden experimentar la asociación de materiales; su modelo sugiere en primer lugar que la integridad del contexto arqueológico es proporcional al tiempo transcurrido desde la deposición, para ello se utilizó la estadística para estudiar las variaciones causadas por los procesos de formación perturbando los materiales (Hughes 2014).

Fue hasta la década de los setenta cuando Michael Schiffer (1972) propuso un modelo novedoso para entender los procesos de formación del registro arqueológico. En su trabajo, afirma que la ubicación de los artefactos dentro del depósito presenta una idea de los patrones de actividad realizados en el pasado mediante actividades efectuadas por sociedades extintas. En cada actividad, intervienen una serie de elementos que Schiffer diferencia entre consumibles y durables, en este último grupo se hallan los artefactos cuya incidencia en las sociedades que los contiene es la de mantener los valores del sistema en un punto óptimo (Schiffer 1972).

Para Schiffer (1972), la localización de artefactos en el presente puede dar una idea de los patrones de actividad realizados en el pasado, pero debido a que el contexto arqueológico está formado y posteriormente perturbado en función de procesos culturales y naturales, se requiere de técnicas y leyes provistas por ciencias tales como la geología y la química.

Como se puede ir vislumbrando, el depósito no es una unidad inmutable, por el contrario, posee una amplia variabilidad en su contenido y forma. Así los procesos de formación son

aquellos factores que crean el registro arqueológico. Estos factores incluyen tanto fuerzas naturales como culturales, mismas que también crean los patrones postdeposicionales. Los factores de formación afectan la integridad espacial tanto de artefactos como de sitios y estos afectan los depósitos culturales en diferentes maneras dependiendo de la edad del sitio, su posición geomorfológica, clima, tipo de suelos y sedimentos, así como el tipo y complejidad del asentamiento (Mandell *et al.* 2017).

Es importante considerar que el depósito arqueológico no permanece inmutable pues este se encuentra en constante interacción con el medio ambiente que le rodea (Butzer 1982), por ende, la primera tarea del arqueólogo es la de identificar la naturaleza de los procesos de formación culturales o naturales que han creado determinado depósito y potencialmente, también las perturbaciones postdeposicionales; los rastros materiales pueden ser perturbados y nuevos patrones ser creados (Schiffer 1983), por ello cuando los arqueólogos comenzaron a entender los procesos de formación y transformación, el depósito se tornó vital para conocer el pasado (Stein 2001).

Algunas técnicas aplicadas para el reconocimiento de los procesos de formación pueden ser análisis sedimentológicos, análisis mineralógicos, análisis químicos (fosfatos, carbonatos, etc.) y la micromorfología; esta última se ha convertido en las últimas décadas en una herramienta imprescindible para reconocer procesos de formación y transformación en los depósitos arqueológicos (Mandell *et al.* 2017).

En síntesis, el depósito debe ser visto en sí mismo como un artefacto que debe ser estudiado en sus propios términos, pues es la unidad que contiene la evidencia significativa para la investigación arqueológica que, sin embargo, requiere que su génesis sea develada para comprender la interacción del hombre con su entorno (Schiffer 1983).

1.2.2. El depósito arqueológico

Los estudiosos de la arqueología comúnmente describen al yacimiento como una unidad compuesta por asociaciones de artefactos inmersas en un depósito. Hoy en día algunas corrientes de la arqueología contemporánea desechan la idea de entender esta “matriz” como una totalidad, excluyendo para tal caso los sedimentos (Joyce y Pollard 2012). El depósito como concepto se concibe como un elemento muy importante en arqueología pues se define como la unidad básica y fundamental de análisis de los yacimientos arqueológicos ya que contiene rasgos de origen cultural y natural que pueden dar pistas sobre los procesos de formación, las actividades humanas y el contexto; a menos que la génesis del depósito sea develada poco se puede inferir sobre las ocupaciones humanas del pasado (Schiffer 1983).

La deposición se refiere al proceso de deponer o acumular sedimentos y materiales que forman el contexto arqueológico (Joyce y Pollard 2012). En un sentido más amplio de definición, el depósito arqueológico es lo que contiene los hallazgos arqueológicos, como resultado, los hallazgos constituyen una parte inseparable de esta unidad; en otras palabras, el depósito es el material que es excavado en orden de revelar la arqueología de un sitio (Karkanas y Goldberg 2018)

El depósito se considera como un segmento tridimensional, que en un yacimiento es distinguible sobre las bases de los cambios observados en los sedimentos o en los artefactos; cada uno de estos se define como una unidad mínima de deposición (Schiffer 1986) y es distinguible sobre las bases de sus propiedades físicas intrínsecas, ejemplo de ello pueden ser la asociación y el tamaño de partículas, de su contenido litológico, pedológico, fosilífero o

cultural. Es en el depósito donde se encuentran los hallazgos arqueológicos y donde pueden ser reconocidos los factores de formación tanto naturales como culturales (Stein 1987).

La gran mayoría de los depósitos arqueológicos están compuestos de sedimentos, cada uno representa un evento deposicional, durante el cual la fuente del material, el agente de transporte y el ambiente de deposición permanecen constantes (Stein 1987); en cada depósito podemos observar la conjugación de los procesos geogénicos y culturales que han actuado en conjunto para moldearlo.

La matriz sedimentaria presente en el depósito arqueológico puede ser originada por procesos naturales o antrópicos. Estos tipos se diferencian primordialmente por la geometría y la relación espacial de sus partículas, así como del modo de transporte y deposición; mientras que los sedimentos naturales muestran en gran mayoría una orientación debida a los mecanismos de transporte que le dieron forma, las partículas presentes en los sedimentos arqueológicos son producto de actividades humanas y muestran por lo general una estructura poco armónica (Jardiné 1983). Estos últimos tienen origen en acciones humanas intencionales, por ejemplo, con la edificación de arquitectura (p.ej. rellenos, pisos), los subproductos de una actividad artesanal (p.ej. preparación de núcleos de obsidiana) o de actividades en general, como la compactación de superficies producto del tráfico de personas (Karkanas y Goldberg 2018). También cabría la posibilidad de diferenciar los depósitos mediante su contenido, el orden de su deposición y su posición en el yacimiento (Crease 2015).

Las partículas sedimentarias presentes en el depósito pueden provenir de cualquier fuente, ser de diversas edades o ser transportados por diversos agentes (sean humanos o naturales); en todo caso, cada uno de los elementos presentes en el depósito (artefactos, ecofactos,

sedimentos, etc.) deben ser consideradas como partículas. Los seres humanos, por ejemplo, son uno de los grandes agentes de transporte biológicos, siendo capaces de transportar una gran variedad de tamaños de granos (Stein 1987); los humanos podemos ser considerados como uno de los muchos agentes creadores de depósitos.

Los materiales sedimentarios que existen en los depósitos han sido reconocidos como una importante unidad de estudio donde se encuentran los datos necesarios para realizar dataciones, reconstrucciones ambientales, o para el reconocimiento de los procesos de formación de sitio (Stein 1987). También sirven para reconocer áreas de actividad ya que estos materiales pueden albergar remanentes de actividades humanas tales como consumo y procesamiento de animales, desechos que conforman basureros o aquellos producto del transporte de materiales alóctonos (Hassan 1978).

Entendiendo al depósito como una unidad indisociable de procesos de formación culturales y naturales, es una tarea infructífera tratar de separarlos; en otras palabras, es el depósito arqueológico como un todo el que contiene los hallazgos arqueológicos y sedimentos cuyo estudio último proporciona el contexto (Karkanas y Goldberg 2018).

En síntesis, el depósito, es la base fundamental de estudio de los yacimientos arqueológicos, posee las propiedades necesarias para comprender el contexto y los procesos que le dieron forma. Todo depósito arqueológico puede ser entendido entonces como un artefacto (Schiffer 1983) donde las fuerzas totales que actúan para su creación pueden ser delimitadas y estudiadas por derecho propio.

1.2.3. Estratigrafía

La estratigrafía se define como la ciencia que trata con los estratos considerando aspectos tales como texturas, composición y estructura, por tanto, el principal problema se relaciona con la correlación entre unidades estratigráficas deposicionales que se interrelacionan en el tiempo y espacio, al ordenar las unidades estratigráficas se provee de un marco para reconstruir la historia de un sitio (Goldberg *et al.* 2017; Karkanas y Goldberg 2018). Las unidades estratigráficas y las capas están compuestas de sedimentos producto de actividades humanas o procesos naturales que son depositados en la superficie de la tierra (Karkanas y Goldberg 2018).

Son diversas y múltiples las aplicaciones de la estratigrafía a la arqueología, que se pueden resumir en delimitar y ordenar las sucesivas unidades litoestratigráficas, correlacionar dichas unidades, posicionarlas en marcos temporales, conocer su génesis y comprender su evolución a lo largo del tiempo (Benito-Calvo *et al.* 2014). La estratigrafía geológica, en consecuencia, busca generar asociaciones entre sedimentos, suelos o rocas basada en la premisa de que, estudiando los estratos superpuestos y sus características físicas, se puede obtener información valiosa respecto a la escala temporal y espacial de un sitio determinado (Benito-Calvo *et al.* 2014).

En general, la arqueología ha utilizado la estratigrafía geológica para realizar dataciones relativas basadas en la ley de superposición siendo utilizada en la gran mayoría de excavaciones como un método de ordenamiento cronológico relativo fundamental; un sitio contiene múltiples capas de sedimentos, estructuras y construcciones superpuestas, y en todos los casos, la estratigrafía es necesaria para interpretar depósitos, artefactos y elementos arquitectónicos. La estratigrafía también es crucial para reconstruir antiguos paisajes y ambientes, así como para entender los procesos de formación de sitio (Stein *et al.* 2017).

Todos los yacimientos arqueológicos están compuestos de depósitos estratificados, aunque el contenido cultural y sus características varíen; incluso tratándose de depósitos simples, todo depósito arqueológico en mayor o menor medida se encuentra estratificado (Harris 1991).

Algunas propuestas enfatizan la importancia de asignar nuevas nomenclaturas estratigráficas más acordes con la arqueología, pues fundamentalmente el tiempo y el espacio de los estratos arqueológicos no es tan amplio como el geológico, pudiendo reducirse dichos eventos a pocos centímetros (Stein 1990) mientras otros arguyen que basta con aplicar los principios geológicos a la arqueología (Karkanas y Goldberg 2018).

Las principales unidades estratigráficas utilizadas por la arqueología moderna son las litoestratigráficas, bioestratigráficas, cronoestratigráficas (Goldberg *et al.* 2017), otras importantes a considerar son las unidades pedoestratigráficas que se refieren a periodos de estabilidad donde la actividad antrópica y natural se encuentran en un punto de equilibrio con la superficie (Holliday 2017).

Consideramos oportuno mencionar que no entraremos a este debate, sin embargo, proponemos la utilización de los principios de estratificación arqueológica (Harris 1991), procedentes de la teoría geológica, enumerados a continuación:

Ley de superposición: Las unidades estratigráficas superiores son más recientes y las inferiores más antiguas. Esta ley es simplemente la confirmación de las relaciones físicas entre depósitos superpuestos.

Ley de horizontalidad original: Presupone que cuando los estratos se forman tienden a la horizontalidad debido a la fuerza de gravedad, esto da como resultado que un depósito suceda a otro en orden de superposición horizontal.

Ley de continuidad original: Todo depósito arqueológico estará delimitado originalmente por una cuenca de deposición y su grosor irá disminuyendo lateralmente.

Ley de sucesión estratigráfica: Una unidad de estratificación arqueológica ocupa su lugar exacto en la secuencia estratigráfica de un yacimiento, entre la más antigua de las unidades que la cubren y la más reciente de las unidades a las que cubre, teniendo contacto físico con ambas y siendo redundante cualquiera otra relación de superposición.

Por otro lado, se encuentran los humanos como importantes agentes creadores de estratificación, quienes obedecemos algunos parámetros preferenciales como son la construcción, la delimitación de espacios, la selección de materiales o la minería, lo que determina nuevas formas de estratificación de la superficie terrestre (Harris 1991).

1.3. Micromorfología

La micromorfología fue descrita y desarrollada hacia el año de 1930 por W. Kubiena. En aquel tiempo la principal contribución de esta disciplina se aplicó para la resolución de problemas geológicos y pedológicos (Yannitto 2007). Su aplicación a la arqueología llegó hacia la década de 1950 cuando Dalrymple (1958) realizó uno de los primeros abordajes metodológicos para diferenciar, mediante la microestructura de las muestras, los depósitos de origen antrópico de aquellos de origen natural. Además, fue el primero en correlacionar directamente artefactos de origen humano en los distintos horizontes de suelo en que estos materiales podrían hallarse.

Durante las décadas siguientes se produjo muy poca literatura referente a la aplicación de la micromorfología para el conocimiento del registro arqueológico. Si bien existieron distintos tipos de publicaciones que abordaban el estudio de restos culturales mediante un enfoque vertido desde la ciencia de la tierra (Gladfelter 1977; Hassan 1978; Butzer 1982; Jardiné 1983) ciertamente no existía un procedimiento general de descripción de láminas delgadas para la resolución de problemas arqueológicos.

Durante la década de los ochenta y noventa nuevos estudios de micromorfología aplicados al campo de la arqueología fueron desarrollados. En una publicación, Goldberg (1983) resume las ventajas de aplicar estudios del tipo *in-site* y *off-site* mediante la utilización de la micromorfología en yacimientos arqueológicos, además de ofrecer los primeros ejemplos sobre el estudio de cerámicas, ladrillos de barro y la localización de áreas de actividad. Macphail *et al.* (1990) describe algunos casos de estudio de la aplicación de la micromorfología en tres contextos; para localizar zonas estratégicas de una cueva que data del periodo neolítico, para identificar superficies de ocupación en sitios al aire libre y para describir paleosuelos que arrojarían datos sobre el paleoambiente de un sitio y a escala regional.

Debido al amplio alcance que supone el estudio de las láminas delgadas, es necesario acudir a manuales especializados para su descripción, en este sentido existen algunas publicaciones que pueden utilizarse exhaustivamente, como Stoops (2003). Para el caso específico del estudio de contextos arqueológicos, existen manuales como el de Nicossia y Stoops (2017) donde se describe la aplicación de esta técnica a diferentes yacimientos y contextos arqueológicos.

En México esta técnica ha sido utilizada en el marco de diferentes investigaciones arqueológicas, por ejemplo, en el estudio de los paleosuelos de la ciudad prehispánica de Teotihuacán (Sánchez 2013), en yacimientos arqueológicos sepultados por coladas de lava (Ibarra-Arzave 2015; Luciano 2017), mediante análisis multiescala *in-site – off-site* (Blancas *et al.* 2019) en el análisis de contextos prehistóricos anegados por el agua (López-Martínez *et al.* 2020) y para el conocimiento de los materiales constructivos en arquitectura de tierra (Daneels *et al.* 2022)

1.3.1. Microestratigrafía

La microestratigrafía es el estudio de los depósitos arqueológicos a escala milimétrica mediante la utilización de láminas delgadas. La microestratigrafía no difiere en consecuencia de los principios propuestos para la estratigrafía a escala macro. La única excepción es que la principal unidad estratigráfica estudiada por la micromorfología es la litoestratigrafía que describe los depósitos basados en características litológicas tales como color, textura, tamaño de grano y consistencia (Goldberg y Macphail 2017).

El reconocimiento de unidades microestratigráficas inicia en campo y continúa en laboratorio; su objetivo principal es reconocer variaciones verticales y horizontales milimétricas del depósito arqueológico para identificar cambios discretos en el depósito (microfacies) (Courty 2001).

La principal herramienta de análisis son los bloques de sedimentos no perturbados extraídos de cada capa u horizonte, los cuales, son procesados para convertirlos en láminas delgadas y observarlos posteriormente bajo el microscopio petrográfico con diferentes objetivos y tipos de luz (Yannitto 2007).

A diferencia de la microestratigrafía geológica, la aplicada en arqueología toma en consideración los artefactos legados por humanos y los procesos de formación culturales. Por ello es más difícil el estudio de los depósitos arqueológicos que aquellos de génesis natural, pues en sociedades complejas la gran variabilidad de actividades culturales tales como desecho de basura, limpieza de superficies, el apisonamiento y la construcción de estructuras generan distintos tipos de microfacies que deben ser interpretados en términos de cambios en el uso del espacio y de las actividades dentro de un complejo arqueológico (Matthews *et al.* 1997).

Courty (2001), ofrece un detallado análisis sobre la identificación de dichas unidades microestratigráficas observando cualquier secuencia en una escala micro. Para el análisis a nivel micro del contexto arqueológico, es necesario entender las variaciones horizontal y vertical de las microfacies con la finalidad de identificar cambios milimétricos en la secuencia de los depósitos estudiados.

El concepto de *interface de suelo* puede ser aplicado a los límites entre capas que representan antiguas superficies de ocupación que han sido creadas intrínsecamente por aspectos humanos como para aquellas con poca o nula intervención antrópica. Los procesos de iteración son los que determinan el nivel de resolución e integridad de las actividades presentes en dichos límites (Courty 2001).

1.4. Conclusión

En este capítulo se presentaron los principales enfoques teóricos que guiaran esta investigación, iniciando un preámbulo de los cambios teóricos acaecidos durante la segunda

mitad del siglo XX en la arqueología; la corriente procesual, con su método y teoría cuyo origen procede del fuerte arraigo positivista de las ciencias, parecía querer deshacerse del lastre historicista de las llamadas “ciencias del espíritu” cuyo fruto entorpecía el conocimiento del pasado científico del hombre.

Del diálogo entre las ciencias naturales y la arqueología nacieron algunos marcos conceptuales, entre ellos la Geoarqueología que se basa en la utilización de las geociencias con la finalidad de resolver problemas arqueológicos. La importancia de la geoarqueología es tal, que como indicó Butzer (1982) su aplicación es crucial para entender el contexto; para esta investigación, su aplicación se torna crucial para el estudio de los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela de Cuiculco, pues mediante la utilización de técnicas micromorfológicas se comprende la dinámica cultural de estos materiales.

A manera de síntesis, podemos afirmar que esta tesis se inserta en el paradigma procesual de la arqueología, pues su enfoque está ligado fundamentalmente con el diálogo entre las ciencias naturales mediante la utilización de técnicas provenientes de las llamadas “ciencias duras”; esta investigación se adhiere al método científico para el conocimiento de las culturas del pasado.

Capítulo 2. Antecedentes

2.1. Antecedentes Arqueológicos

2.1.1. La Cuenca de México

La Cuenca de México (Figura 1) es una de las áreas culturales más significativas usadas como ejemplo para comprender el desarrollo de las sociedades humanas a lo largo de más de 10,000 años. Mirambell (1995) propone que el sitio más temprano de la Cuenca de México se encuentra en una de las laderas del cerro de Tlapacoya con evidencia humana desde hace *c.* 22,000 años a.C.

Estudios contemporáneos aplicados a especímenes óseos localizados en las operaciones del Peñón III y Tlapacoya I han arrojado fechamientos de ^{14}C cercanos a los 11,000 años aC, situándolos hacia finales del Pleistoceno e inicios del Holoceno (González *et al.* 2003), los cuales suponen los restos humanos más tempranos hallados en la región. Algunas otras excavaciones como

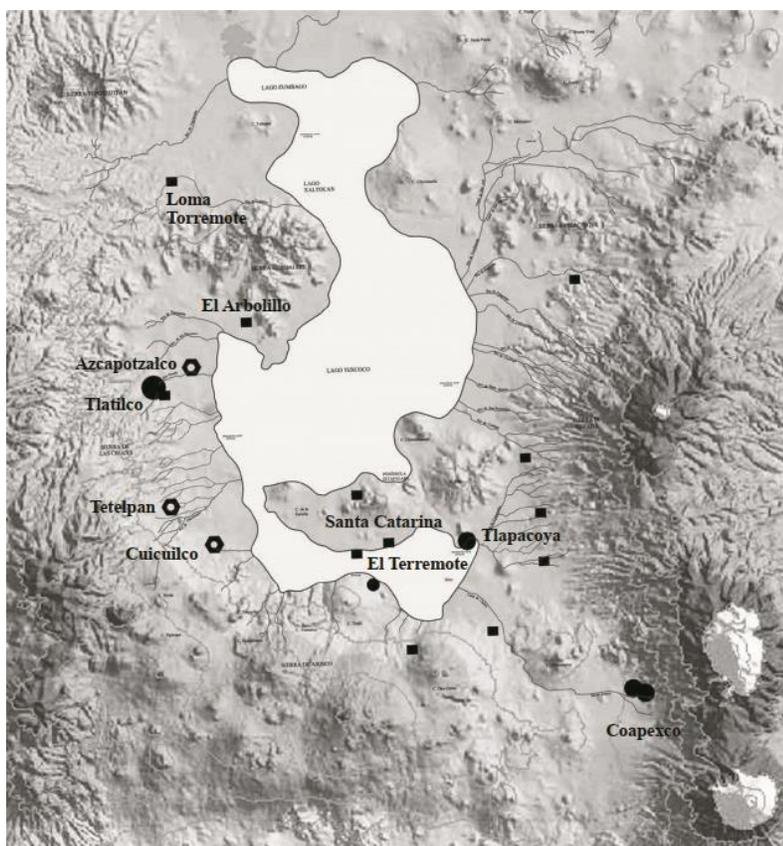


Figura 1. Aldeas fundadas en el Horizonte Formativo en la Cuenca de México. Tomado de Sánchez 2014.

la realizada en Santa Isabel Iztapan donde se hallaron dos osamentas de proboscídeos y varias

puntas ligadas al periodo lítico¹, robustecen la afirmación de la antigüedad del hombre en esta zona (Acosta 2007).

Los grupos humanos para esta temporalidad se organizaban en clanes y se les denomina *grupos de cazadores-recolectores-pescadores-nómadas* cuya economía de subsistencia se basaba principalmente en actividades de caza y recolección itinerantes distribuidas a lo largo de su territorio de ocupación (Mirambell 1995).

El proceso de sedentarización de las sociedades en la cuenca comenzó hacia el 7,000 a.C. en la etapa precerámica (Mirambell 1995). Asentamientos como Zohapilco, localizado en la península de Tlapacoya, ofrecen datos muy completos sobre el estilo de vida de los pobladores de la región durante las fases tempranas de sedentarización. Según Niederberger (1979), durante las fases Playa I y II (c.6,000 a 4,500 a.C.) además de la ocupación de las playas lacustres, se estableció una economía que, si bien no estaba compuesta por una agricultura completamente instaurada, la abundancia de recursos lacustres, producto de un óptimo climático, dio pauta a un medio altamente productivo. Esta abundancia catapultaría la fundación de un estilo de vida aldeano. En esta etapa de transición cultural se comenzó a experimentar una agricultura empírica, como lo demuestran las secuencias polínicas con algunas especies como *Zea mays*, *Amaranthus* y *Physalis*.

En este horizonte precerámico de agricultores tempranos, la vida de los grupos humanos empieza a tener cambios considerables, que les obliga a una sedentarización real dando lugar al establecimiento de las primeras aldeas, sobre todo en los márgenes de los lagos (Manzanilla y Serra-Puche 1987). Los ejemplos abundan; sitios ribereños como El Japón (c.

¹ En específico Planview, Lerma y Angostura.

5210 a.C.) y San Vicente Chicoloapan (c. 4410 a.C.) confirman esta hipótesis pues en estos yacimientos se han hallado en contextos domésticos asociaciones de piedras de molienda en conjunto con muestras polínicas de teocinte y macro restos de *Cucúrbita*, *Salvia* y *Physalis* que evidencian un aumento gradual en el procesamiento de gramíneas y otras especies que representarían la primera evidencia en la Cuenca de México de la transición cultural de sociedades cazadoras-recolectoras hacia los primeros grupos de agricultores-sedentarios de economías mixtas (Acosta 2007; McClung y Acosta 2015).

La agricultura fue una revolución en la producción de alimentos que facilitó el crecimiento de la población, permitió la vida en aldeas así como el surgimiento de pequeñas sociedades y culturas originales que se afiliaron a una tradición propia; a grandes rasgos el establecimiento de aldeas propició el sedentarismo, la producción de alimentos, las viviendas y poblaciones estables, la experiencia de ciclos agrícolas, la distinción con base en la edad y el sexo, la alfarería, entre otros tantos fenómenos (Piña-Chan 1985).

Para esta etapa agrícola-aldeana diversos grupos experimentan cambios sustanciales en la explotación del medio; la agricultura, la pesca, la recolección y la caza se conjugan, además aparece un nuevo rasgo sobresaliente que es el surgimiento de la cerámica (Piña-Chan 1985). La primera evidencia de manufactura cerámica en la cuenca proviene de Zohapilco y no corresponde a vajillas de servicio, sino más bien a una pequeña estatuilla antropomorfa de barro cocido con una temporalidad c. 2920 +/- 120 a.C., siendo la pieza de esta naturaleza más antigua del territorio nacional. La existencia de esta figurilla podría indicar el surgimiento de nuevas expresiones plásticas, de prácticas y creencias más complejas (Niederberger 1979). Después de este largo desarrollo experimentado por las sociedades de la cuenca cuyo modo de organización estuvo estrechamente relacionado a los recursos

lacustres, con la aparición masiva de cerámica en el registro arqueológico se da por terminado el horizonte arcaico, transitando hacia el Formativo (García-Bárcena 2007).

El Horizonte Formativo (Figura 1) se caracteriza como un momento de sedentarismo ampliamente extendido, la agricultura y la cerámica se encuentran ampliamente difundidas. Este periodo en la Cuenca de México abarca desde *c.* 1400 a.C. hasta por lo menos el 200 d.C. y culmina con el surgimiento del urbanismo y las grandes ciudades-estado regionales (González 2016).

Durante el Formativo Tardío, Cuicuilco experimenta un pujante desarrollo que lo catapultaría como el principal centro regional del sur de la Cuenca de México, desarrollando una red de aldeas subordinadas, arquitectura pública-monumental, así como una clara jerarquía social entre las élites gobernantes y la población general (Parsons 1989; Sanders *et al.* 1979).

2.1.2. Un valle bautizado por el fuego

El desarrollo experimentado por las sociedades que se asentaron dentro de la Cuenca de México se debió, en gran parte, a la relación intrínseca de estas culturas con un medio geológico imperantemente volcánico. Siebe *et al.* (2000) afirma que el intervalo de la actividad volcánica en la región sur de la cuenca es de +/- 1250 años; estimando que la ocupación humana en esta región data de *c.* 11, 000 años (González *et al.* 2003) no en vano podemos afirmar que las sociedades asentadas en esta región tuvieron un vínculo importante con el fuego proveniente de las entrañas de la tierra, reflejado en el espectacular vulcanismo de la región.

La actividad volcánica y las culturas han interactuado desde tiempos tan tempranos como la historia humana misma, y tal interacción incluye aspectos tanto benéficos como en

detrimento. Las emisiones incandescentes producto de estas formaciones geológicas pueden proveer recursos útiles, tales como rocas para la construcción, la manufactura de herramientas o proporcionar material parental rico en minerales que al degradarse dan paso a la formación de suelos altamente productivos; las erupciones pueden preservar asentamientos en un grado extraordinario, casos como Tetimpa en las faldas del Popocatepetl, Pompeya y el Vesubio, o Joyas de Cerén, sitios que nos proveen de vestigios valiosos para conocer las culturas del pasado (Sheets 2016). Por otro lado, estos eventos geológicos pueden generar repercusiones creativas y adaptación, o causar muertes, devastación y en el peor de los casos la desaparición de una sociedad entera (Sheets *op cit.*).

Bien es conocido que desde el formativo en algunas regiones de la cuenca, los suelos volcánicos negros ricos en piroclastos y productos volcanoclásticos, fueron el sustento de un sinnúmero de aldeas que desarrollaron una agricultura para sustentar sus necesidades alimenticias, cultivando especies tales como *Zea mays* y *Curcubita* (McClung et al. 2019) así como para suplir necesidades constructivas y cosmológico-religiosas (Sánchez-Pérez *et al.* 2013) sin embargo, su desmedida explotación llevo a la reconfiguración social de los habitantes de estas regiones quienes contemplaron grandes cambios en el paisaje, obra de su actividad.

Por un lado, la destrucción por el fuego incandescente producto de los eventos eruptivos de los volcanes circundantes, debieron ser sucesos muy desafortunados para las comunidades asentadas en las faldas de estas estribaciones, aunque por otro lado, la tierra enriquecida se convertiría en un verdadero tesoro para los moradores de la cuenca, pues dada su fertilidad, proveerían de grandes viandas para su deleite (Cummings 1923).

No sólo el fuego volcánico creó fértiles superficies de las cuales los humanos sacaron provecho para la sustentación de sus necesidades; la Cuenca de México, favorecida por su *bautizo de fuego*, sustenta un sinfín de recursos producto de la actividad volcánica, entre ellos, la obsidiana, de la cual se conoce ha sido explotada en esta región desde inicios del horizonte formativo, no sólo a nivel local, sino gestando una serie de rutas comerciales a nivel regional donde mercancías tales como navajillas, cuentas, y demás artefactos de vidrio volcánico fueron distribuidos (Charlton *et al.* 1978) revelando a nivel cultural una mano de obra especializada generada por grupos de artesanos especializados asociados en talleres, lo cual implicaría un control de las élites sobre los artesanos, que conllevaría a los primeros atisbos de una jerarquía social (Charlton *et al.* 2000).

Si bien, como hemos de notar, la actividad volcánica favoreció la emergencia de una notable forma de vida para los habitantes de la cuenca, es de saber que en algunos casos el fuego volcánico arrasó con comunidades enteras, desplazando poblaciones hacia zonas más seguras; si bien, los eventos volcánicos catastróficos se conciben como desgracias, en algunos casos la conservación de los contextos arqueológicos puede no ser considerado de otra manera más que sucesos afortunados.

Uno de los casos más célebres documentados de una aldea sometida a la furia volcánica, es el yacimiento arqueológico de Tetimpa, que tuvo su apogeo durante el horizonte Formativo Medio (c. 700 a.C. a 100 d.C.). Esta aldea que se localizó en el piedemonte del volcán Popocatepetl fue sepultado por gruesas capas de lapilli y cenizas volcánicas. En este sitio se han localizado artefactos *in-situ*, aparentemente dejados en su sitio original por un repentino abandono de sus pobladores (Uruñuela y Plunket 2003).

Si bien, es difícil conocer con exactitud si el abandono de Tetimpa fue repentino o paulatino, se ha documentado una serie de indicios sobre un aparente abandono paulatino, seguido de periodos de reocupación discretos, como lo demuestra la disposición de ciertos artefactos y el estado en decaimiento y renovación de determinadas estructuras, además, algunas manifestaciones rituales como entierros de decapitados en lugares estratégicos con una orientación directa hacia el edificio volcánico del Popocatepetl, asociados a su vez con figurillas que representan un anciano sedente (quizá Huehuetéotl) hace pensar que los antiguos habitantes de esta aldea formativa crearon una serie de estrategias de negociación entre el volcán y su población, así como una serie de creencias y resiliencia en su relación intrínseca con los eventos eruptivos del popo (Sheets 2016 ;Uruñuela y Plunket 2003).

En el caso de Cuicuilco y su *bautizo de fuego* no podríamos negar su íntima relación con la fuerte actividad volcánica de la región, tanto en beneficio como en detrimento. Asentado sobre un paisaje de barrancas, lomas y terrazas con fértiles suelos volcánicos, Cuicuilco se desarrolló en un ambiente abundante en cursos de agua, bosques de pino y encino y otros recursos de la sierra susceptibles de explotación por parte de sus pobladores, entre ellos materias primas como calcedonia, basalto y otras rocas volcánicas (Ramírez 2012).

Mucho del desarrollo de Cuicuilco estuvo relacionado con el vulcanismo de la región, ejemplo de ello puede observarse en los materiales constructivos del Gran Basamento, donde para recubrir sus taludes se utilizaron rocas basálticas y cantos rodados provenientes de erupciones volcánicas antiguas o la existencia de una deidad vieja del fuego; representaciones de Huehuetéotl fueron halladas en las inmediaciones de Cuicuilco, lo cual supone algún tipo de comportamiento religioso en relación con el fuego (Cummings 1923).

Algunos monumentos, como la Estela de Cuiculco, cuyo labrado se realizó en una columna de roca andesita es otro ejemplo de ello (Pérez-Campa 1997). Si bien no se conoce con certeza la proveniencia de la andesita en la que fue tallada la Estela, estudios realizados en las inmediaciones de la Sierra de las Cruces confirman que las rocas que dieron origen a esta formación están compuestas en su gran mayoría por rocas andesíticas (García-Palomo *et al.* 2002). Considerando la ubicación de Cuiculco en el surponiente de la Cuenca, cabe considerar que el núcleo cívico no queda muy lejos de esta estribación, por lo que la roca columnar que serviría de materia prima para el tallado de la Estela pudo haber sido transportada por esfuerzo humano sin mayores contratiempos. A pesar de las bondades que los habitantes de Cuiculco explotaron para su beneficio, los riesgos que implicaron el asentarse en las laderas de sierras volcánicamente activas no estuvieron exentos.

Bien conocido es el fin de Cuiculco, directamente ligado a la erupción del volcán Xitle. Algunas investigaciones realizadas afirman que Cuiculco fue abandonado mucho tiempo antes de los flujos lávicos del Xitle, como se observó en algunos edificios que mostraban huellas de abandono y decaimiento (Heizer y Bennyhoff 1958) además, algunos trabajos enfocados en la estratigrafía del sitio tratan de sustentar tal hipótesis (Córdova *et al.* 1994), por otro lado, algunos estudios refieren que Cuiculco fue abandonado al momento de su destrucción producto de las coladas de lava provenientes del Xitle (González *et al.* 2000).

Si bien aún queda mucho por abonar a la discusión, no cabe duda de que el surgimiento y destrucción de Cuiculco estuvo fuertemente relacionado a la geología volcánica de la región, no solo expresado en los cuerpos de basalto que sellaron este yacimiento, sino también por su fuerte relación con la sociedad cuiculca.

2.1.3. Cuicuilco y la arqueología del Pedregal de San Ángel

Cuicuilco (“*Lugar donde se hacen cantos y danzas*”) actualmente se halla entre los límites de las alcaldías de Tlalpan y Coyoacán (19.301529 N, -99.181596 O). Su ubicación se considera dentro del polígono del Pedregal de San Ángel, el gran campo de lava producido por la erupción del Xitle (Figura 2).

Los primeros reconocimientos

arqueológicos en la zona del

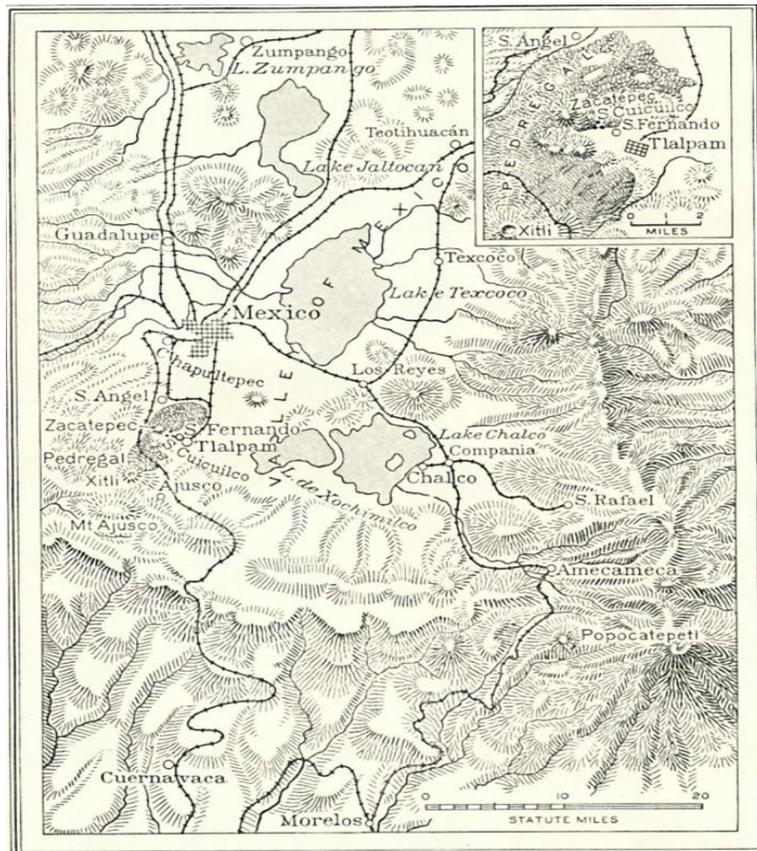


Figura 2. Ubicación de Cuicuilco dentro del Pedregal de San Ángel. Tomado de Cummings 1923.

pedregal fueron hallazgos fortuitos producto de la actividad de extracción de roca volcánica en las distintas canteras que existían en la zona. Para la segunda mitad del siglo XIX naturalistas y estudiosos decimonónicos como Manuel Orozco y Berra, Alfredo Chavero y Francisco del Paso y Troncoso reportan el descubrimiento de restos humanos, cerámica y figurillas. Hacia finales del siglo XIX e inicios del XX, sociedades de investigación como la “Antonio Alzate” promovieron las investigaciones en la región, mientras que exploraciones de figuras como Mariano Bárcena, Herman Beyer, Zelia Nutall y Franz Boas realizaron destacados hallazgos; debajo de las coladas de lava, en las inmediaciones de la cantera de

Copilco, fueron descubiertos huesos calcinados, figurillas y un tipo de cerámica burda y gruesa (Alaniz y Sánchez 2021).

A partir de 1917, investigaciones de la Dirección de Monumentos Prehispánicos y Etnográficos al frente de Manuel Gamio comenzaron a realizar reconocimientos metódicos en las canteras de San Ángel, prestando especial atención a la Cantera de Copilco. El objetivo principal del reconocimiento era situar estratigráficamente la cerámica del “*Horizonte Arcaico*” que había sido reconocida en varios puntos de la Cuenca de México y que Franz Boas había designado como “*Cultura de los Cerros*” (Gamio 1920). Dicho estudio arrojó datos interesantes sobre la geología y la estratigrafía de la zona, además se lograron refinar las secuencias culturales de la cuenca, situando el tipo cerámico arcaico como creación de la “*Cultura Sub-Pedregalense*”, de antigüedad considerable y filiación otomí, como anterior al periodo azteca y teotihuacano (Gamio 1920).

Entre los años de 1922 y 1924 el arqueólogo estadounidense Byron Cummings, invitado por Gamio y bajo el auspicio de la *National Geographic Society*, realizó las primeras excavaciones en los límites sureños del Pedregal de San Ángel, en el montículo de San Cuicuilco, situado en los terrenos adyacentes a la fábrica de papel de Peña Pobre, cuya cumbre afloraba por encima de la capa de lava.

Las primeras operaciones fueron calas de reconocimiento ubicadas en la sección sureste del montículo las cuales demostraron la naturaleza artificial de esta estructura, así como la forma de cono truncado con dimensiones aproximadas de 125 metros de diámetro, 16 metros de altura y 88 metros de circunferencia. La estructura estaba compuesta en su interior de rellenos de tierra compactada y su parte externa estaba revestida de gruesas paredes compuestas de roca volcánica y algunos cantos rodados (Cummings 1923, 1926).

Estas primeras excavaciones también dieron como fruto el descubrimiento de una serie de altares situados en la plataforma superior del Gran Basamento, la existencia de alineamientos rocosos en el costado suroriente del basamento, así como el hallazgo de osamentas humanas y algunos materiales arqueológicos en la base del basamento (Haury 1925).

Las primeras especulaciones hechas por Cummings sobre la antigüedad de entre los 10,000 a 7,000 años de Cuicuilco fueron realizadas con base en el primitivo estilo arquitectónico y la cerámica burda y arcaica localizada en el sitio; con este primer fechamiento Cuicuilco sería considerado el primer gran templo de mayor antigüedad descubierto en América (Cummings 1923, 1926).

Después de las primeras intervenciones realizadas por Cummings, pocos estudios en la zona fueron efectuados. En 1925, Alfred Kroeber realiza cinco excavaciones en las inmediaciones del Gran Basamento en las cuales localiza cerámica burda del tipo arcaico y algunas osamentas humanas. Kroeber efectuó excavaciones estratigráficas precisas, lo cual, le llevó a mostrar discrepancias con la antigüedad propuesta por Cummings (Kroeber 1925).

Para los años cincuenta se realizaron algunas intervenciones con la finalidad de conocer con exactitud la temporalidad de Cuicuilco por medio de técnicas precisas de radiocarbono. Esta técnica novedosa fue aplicada por primera vez en 1951 a una muestra² carbonizada recolectada debajo de la lava en Cuicuilco A por Helmut De Terra y analizada por Arnold y Libby, la temporalidad obtenida fue de 2242 +/- 250 AP (Siebe 2000). Con estos estudios se da por terminada la etapa de especulación sobre la antigüedad del yacimiento.

² Muestra C-200

Posteriormente, Heizer y Bennyhoff (1958) extendieron sus investigaciones 500 metros hacia el oeste del Gran Basamento, hallando un total de cuatro montículos y algunos depósitos de tiestos cerámicos pertenecientes a las fases Ticomán III y Zacatenco II. Dos fechamientos de radiocarbono obtenidos de este nuevo sector denominado Cuiculco B arrojaron fechas de 2040 +/- 200³ a.C. y 1420 +/- 200⁴ a.C., aunque existió gran reserva en el último fechamiento por estar posiblemente contaminado con agua percolada. Con los fechamientos mencionados arriba, se terminan las especulaciones acerca de la antigüedad de Cuiculco, situándolo definitivamente en el periodo Formativo.

Durante los años sesenta, con la construcción de Villa Olímpica, se realizó un salvamento arqueológico extensivo en el sector de Cuiculco B bajo la dirección de Roberto Gallegos y Florencia Müller, de mayo a agosto de 1967. En sus notas, Müller destaca la existencia de arquitectura de trazo ortogonal con presencia de estructuras alrededor de patios, también describe cerca de 400 formaciones troncocónicas, algunas con entierros en su interior. Además, refiere la existencia de casas habitacionales que estaban delimitadas por muros y calles, con espacios tales como cuartos y patio, así como lo que parecía ser una calzada que se extendía desde las inmediaciones de Cuiculco B hasta el Gran Basamento la cual estaba alineada astronómicamente. Además, registró un total de 174 entierros humanos en esta sección, así como la existencia de restos de coyote (*Canis latrans*) en una tumba troncocónica (F. Müller, s/f).

Hacia 1991 se pierde gran parte de un sector de Cuiculco donde se construiría un corporativo perteneciente al grupo Elektra. En este predio, designado como Cuiculco C, se pudieron

³ M-663

⁴ M-664

determinar varias fases de ocupación, así como una gran plataforma apisonada de forma elipsoidal (Sánchez 1993a).

2.1.4. Trabajos arqueológicos en el Gran Basamento

Javier López-Camacho (1991) realizó trabajos importantes sobre la estratigrafía del Gran Basamento (Figura 3), para ello retomó los datos proporcionados por las excavaciones de Cummings, logrando realizar una gran síntesis mediante la matriz de Harris, definiendo por lo menos cinco etapas constructivas en el gran basamento, las cuales ampliaron considerablemente sus dimensiones. En cada una de las etapas constructivas tardías, se construyó un nuevo altar; un mínimo de cinco altares fueron erigidos, el último de ellos de cantos

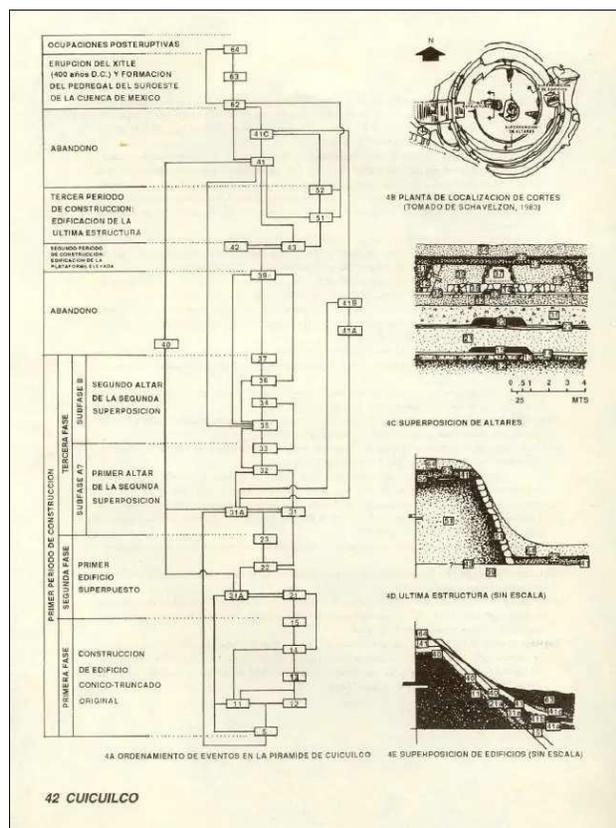


Figura 3. Matriz de Harris del Gran Basamento. Tomado de López-Camacho 1991.

rodados. La última etapa constructiva del gran basamento comprende la construcción de una terraza en su cima, adosada a ella una techumbre construida con materiales perecederos.

En el marco del Proyecto Arqueológico Cuicuilco, Mario Pérez-Campa (1997) llevó a cabo nuevas intervenciones en Cuicuilco A con la finalidad de reconocer la estratigrafía e intervenir los cuerpos del basamento para frenar su deterioro. Estas investigaciones arrojaron datos interesantes de la zona, entre ellos, la aparición de una Estela grabada con glifos,

ubicada en el costado sureste y por debajo del arranque de una etapa constructiva del Gran Basamento.

2.1.5. La Estela

La Estela de Cuiculco es un monolito de andesita que se localiza en la porción sureste del Gran Basamento (Figura 4). Tiene una altura aproximada de 3.79 metros desde la base y un peso calculado de entre un mínimo de 712 kilogramos y un máximo de 1200 kilogramos. En general, este monumento posee una morfología geométrica; desde la base hasta su parte superior, una forma que va de pentagonal a cuadrangular (Pérez-Campa 1997).

La primera descripción asociada a su descubrimiento la realiza Byron Cummings en los trabajos de excavación realizados en el basamento principal entre 1922 y 1923. En sus notas de campo, señala “el descubrimiento de los sectores este y sureste debajo de la base, en donde se encontró extrañas filas de piedra de lava colocadas en el barro sobre el pavimento, extendiéndose alrededor de este lado de la estructura” (Cummings 1925).

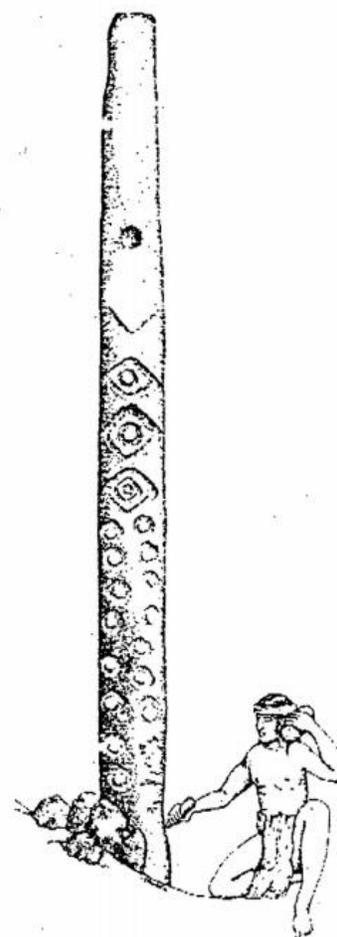


Figura 4. Estela de Cuiculco.
Tomado de Pérez-Campa 1998.

Durante mucho tiempo, la Estela estuvo cubierta la mayor parte del tiempo por el barro apisonado asociado al penúltimo arranque constructivo del Gran Basamento, donde únicamente se advertía la parte expuesta, a la cual se le dieron diversas connotaciones. Cummings, por ejemplo, adjudicó esta formación tipo “*crómlech*” una función de protección ritual al basamento, amenazado por

flujos de lodo y agua. Más tarde, Ignacio Marquina sugiere el postulado de que dichos elementos fungieron como anclas del último momento constructivo del Gran Basamento (Pérez-Campa 1998).

2.1.6. Exploraciones arqueológicas

Durante las actividades del Proyecto Arqueológico Cuicuilco liderado por el Arq[ui]lgo. Mario Pérez-Campa, se realizó, en el año de 1996, la excavación de la operación No 4 en torno a la estructura. Esta operación inicialmente se planteó a una pequeña profundidad (70 centímetros). En el acto, se liberaron algunas hiladas de piedra asociadas al *crómlech*. Al profundizar, se hizo evidente que el monumento era una enorme columna andesítica tallada en su cara norte con rombos y líneas paralelas de círculos, y que la misma probaba sin lugar a duda que alrededor de ella los habitantes habían hecho subir el terreno, hasta alcanzar el último piso sobre el cual se desplantó la penúltima etapa constructiva del Gran Basamento (Pastrana y Ramírez 2012).

Hacia finales de la temporada de campo, se pudo definir que la Estela medía cerca de 3.90 metros. Se determinó que en su parte más profunda presentaba una capa de pigmento rojo cuya aparición coincidió con la de un anillo de cantos de río que parecía ser el sistema de fijación de la Estela. Caracterizaciones edafológicas realizadas por el Proyecto Arqueológico Cuicuilco de los sedimentos asociados determinaron que la estructura estaba por encima del piso original del Valle, por lo que pareciera que la Estela estaba inserta sobre una pequeña plataforma de tierra y cantos (Pérez-Campa 1997).

En lo que respecta al depósito, se observó una ausencia casi total de material cultural, y sólo se encontraron algunas lascas de obsidiana además de minúsculas muestras de carbón.

Tentativamente se reconocieron 16 estratos, de diferente consistencia, color y granulometría.

De entre ellos se reconocieron un mínimo de 3 pisos de ocupación (Pérez-Campa 1997)

La estructura posee diseños en bajorrelieve que consisten en cuatro espirales, separadas por incisiones laterales en forma de “V”, debajo se observan dos hileras paralelas con ocho círculos bien definidos. Los bajorrelieves son relativamente toscos en ejecución y desiguales en alineamiento. En el tercio superior de la pieza, en su cara anterior, existe una concavidad circular, muy lisa en su interior, que parece no ser producto de la naturaleza de la roca. En general, los diseños podrían estar asociado a connotaciones de viento y agua, la misma forma de la columna podría hacer referencia a la serpiente (Pérez-Campa 1997)

En cuanto a las posibles funciones que se le adjudican a este monolito están las de marcador astronómico; las sombras serían proyectadas a manera de Gnomon y los grabados estarían relacionados con ritos de fertilidad (Pérez-Campa 1998).

Exploraciones recientes realizadas detectaron una posible función ritual en este sector, pues se descubrieron restos de plantas de maíz carbonizadas sobre un cuerpo adosado que corresponde a las últimas etapas constructivas del Gran Basamento, ubicado encima de la Estela (Pastrana y Ramírez 2012).

En cuanto a la temporalidad del monolito, Ramírez (2012) afirman que la Estela es testigo de una etapa constructiva contemporánea a la edificación del primer cono truncado; lo anterior lo establece a partir de que la Estela está montada sobre un pequeño montículo de tierra y cantos de río, situado a 3.50 metros siendo contemporáneo a la etapa constructiva del primer cono truncado; se ha especulado que la Estela y el primer cono fueron erigidos *c.* 700 y el 400 aC (Figura 5). En esta primera etapa constructiva del montículo principal y la Estela,

se habilitó un terraplén que emparejó el terreno de lo que a la postre sería el principal espacio ceremonial.

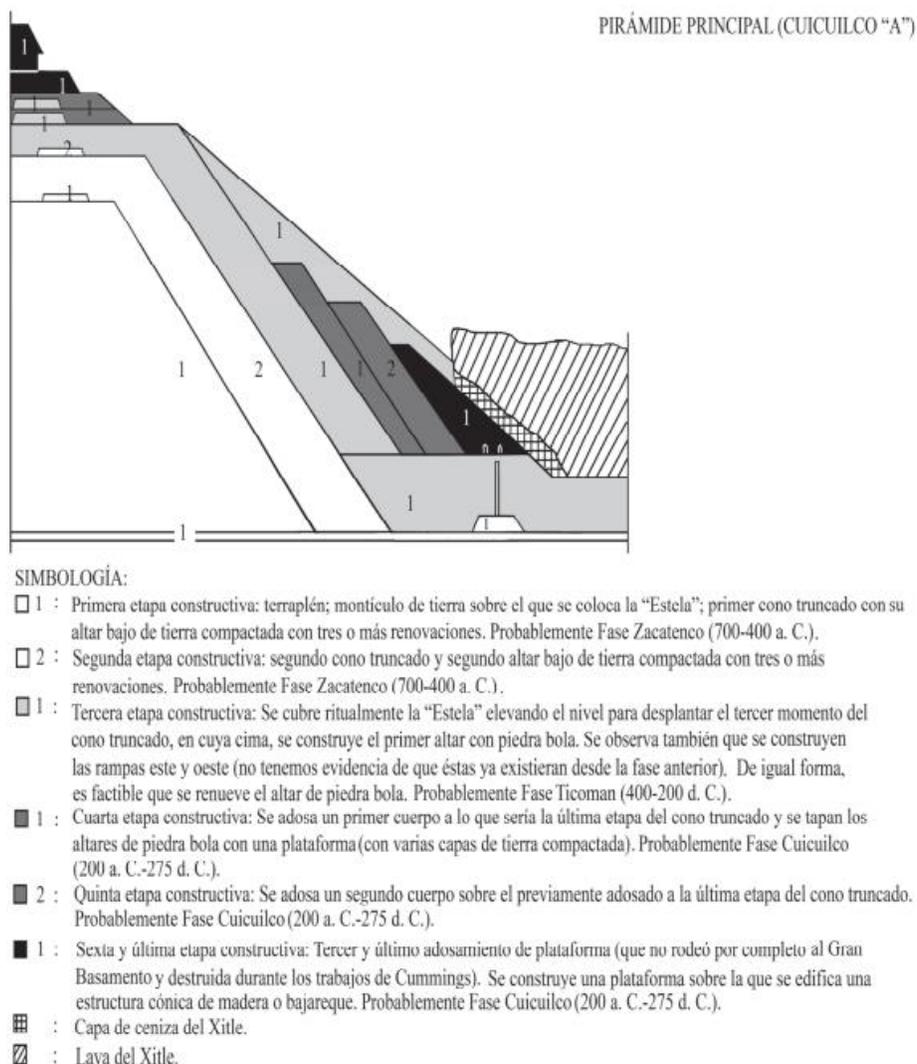


Figura 5. Ubicación de la Estela en torno a las etapas constructivas del Gran Basamento. Tomado de Ramírez (2012)

2.2. Conclusiones

El desarrollo histórico de las sociedades de la Cuenca de México, estuvieron fuertemente relacionadas con la abundancia de ciertos recursos; aquellos de origen acuático donde se obtenía materia prima para la construcción de viviendas, y la provisión de peces, moluscos y

anfibios para la alimentación; los suelos fértiles de origen volcánico ayudaron a engendrar una agricultura incipiente que a la postre, sería uno de los catapultadores del desarrollo de los primeros grupos especializados, coadyuvando la estratificación social; una gran diversidad de flora y fauna proveniente del pie de monte, de los cuales provinieron los recursos maderables y animales que determinaron en gran medida el florecimiento de diversas culturas humanas en esta región.

Por otro lado el “bautizo de fuego” de la cuenca, tuvo dos grandes contrastes; el primero de ellos fue el enriquecimiento de la región con productos volcánicos tales como fuentes de materia prima y productos volcanoclásticos; diversos recursos minerales, como la obsidiana, los basaltos y la andesita, tuvieron un apreciado valor, pues fueron utilizados para confeccionar artefactos así como para edificar complejos ceremoniales y centro cívicos. Por otro lado, la actividad volcánica de la región tuvo la capacidad de diezmar poblaciones desplazándolas hacia otras regiones, sepultando para la eternidad culturas enteras.

En este ámbito, Cuicuilco nació y padeció; su origen estuvo fuertemente relacionado a la dinámica geológica del sur de la cuenca, su auge fue tal que llegó a convertirse en el principal centro regional del área, albergando un complejo cívico-ceremonial con estructuras arquitectónicas de gran importancia, entre ellas el Gran Basamento y la Estela. Por otro lado, su decadencia estuvo relacionada con la gran actividad volcánica producto del volcán Xitle, cuyos flujos terminaron por diezmar la suerte de Cuicuilco.

Capítulo 3. Área de estudio

3.1. Localización del área de estudio

La Cuenca de México se localiza al centro del territorio nacional entre los paralelos 19° y 20° de latitud norte (Figura 6). Posee una superficie aproximada de 7,500 km² y su forma es alargada en sentido noreste-suroeste. Su eje mayor es de unos 130 kilómetros, mientras que la anchura máxima alcanza cerca de 90 kilómetros. Las coordenadas geográficas correspondientes a los puntos extremos son: 19°02' y 20°12' de latitud N, 98°32' y 99°32' de longitud W (Calderón de Rzedowski y Rzedowski 2010). Esta cuenca de naturaleza endorreica en el pasado conformó una unidad hidrográfica de aproximadamente 700 km² formada por la unión de 5 lagos: Xaltocan y Zumpango al norte, Texcoco en el centro y Chalco y Xochimilco en el sur. Las principales elevaciones de esta cuenca endorreica son de origen volcánico y comprenden la Sierra Nevada (este), Sierra de las Cruces (oeste) Sierra del Ajusco (sur) y una serie de cadenas montañosas discontinuas y de menor tamaño que se extienden hacia el norte (Sarmiento 1995).

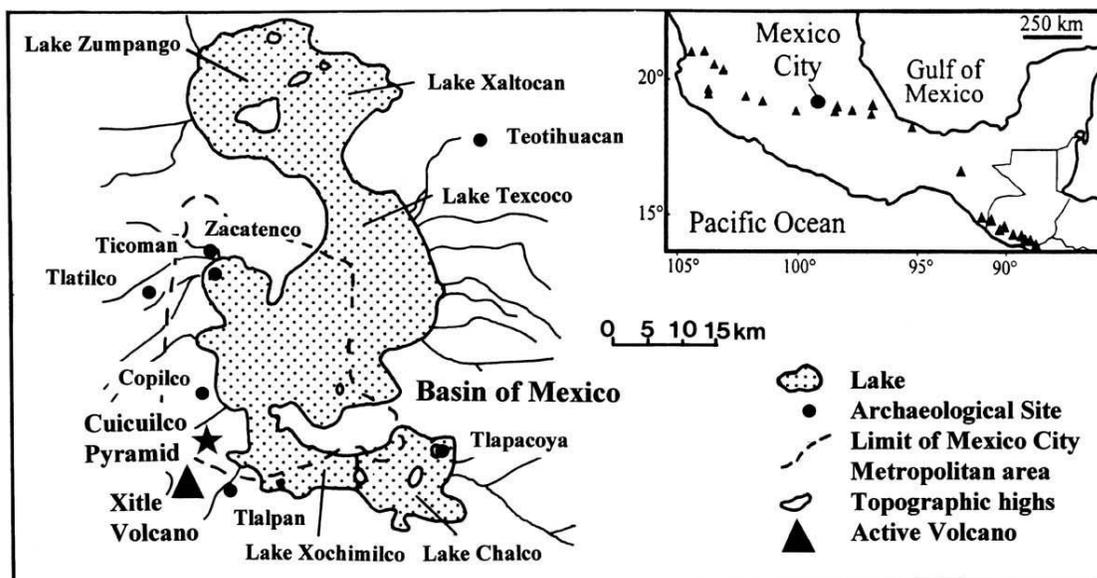


Figura 6. Ubicación del área de estudio. Tomado de González et al. 2000.

3.1.1. Geología

La zona de la cuenca yace sobre la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), que es un gran arco continental de aproximadamente 1,000 kilómetros de longitud que corre desde el Pacífico hasta el Golfo de México, posee una gran actividad volcánica como resultado de la subducción de las Placas de Rivera y Cocos debajo de la Placa Norteamericana (Siebe *et al.* 2005). La actividad volcánica en la región inició hace *c.* 50-30 millones de años con una secuencia de siete fases de actividad volcánica (Calderón de Rzedowski y Rzedowski 2010). La composición geológica está caracterizada por estratovolcanes de origen dacítico-andesítico, calderas silíceas y el vulcanismo es de tipo calcialcalino (García-Palomo *et al.* 2002).

A finales del Pleistoceno se inició una gran actividad volcánica con flujos de lavas basálticas, el nacimiento de conos cineríticos, así como grandes emisiones de escorias. Este evento geológico, fechado *c.* 700,000 años AP es conocido como Grupo Chichinautzin, que es un campo de lava de aproximadamente 1,200 km² (Enciso-De la Vega 1992).

El grupo Chichinautzin se localiza en el extremo sur de la cuenca y forma una gran sierra volcánica que se extiende en dirección este-oeste, desde los flancos del volcán Popocatepetl en el este, hasta las inmediaciones del Valle de Toluca, hacia el oeste. Se compone principalmente por conos cineríticos, secuencias de lavas y tefras, así como por escudos de lava intercalados con sedimentos aluviales (Siebe *et al.* 2005). La composición de las rocas de la zona son primordialmente andesitas, basaltos y dacitas que definen una serie calcialcalina (Siebe 2000). Las emisiones arrojadas por el Chichinautzin terminaron por bloquear el drenaje natural hacia la Cuenca del Balsas durante el Pleistoceno; el resultado de esta obstrucción, combinado con temperaturas más húmedas que acompañaron los periodos

interglaciares, fueron causantes de inundaciones hacia la cuenca con la consecuente formación de los lagos (Cornwall 1962)

En el pasado geológico reciente, la actividad volcánica de la zona central del Chichinautzin no ha cesado. Siebe *et al.* (2005) describe aproximadamente 24 erupciones en la zona en los últimos 25,000 años, siendo la parte central de la sierra Chichinautzin testigo de 10 eventos monogenéticos. El intervalo de tiempo promedio entre eventos es de entre 1,670 a 1,250 años aproximadamente, siendo el volcán Xitle el más joven de la zona. La importancia de la erupción del Xitle radica en que sus lavas cubrieron la porción surponiente de la cuenca, sepultando con esto la zona de Cuicuilco y sus alrededores.

3.1.2 El Xitle

El Xitle (del náhuatl Xictli=Ombligo) es un cono de escorias con una altura de 140 metros sobre el terreno circundante (3150 msnm) y un diámetro basal de 500 metros, se considera el volcán más joven de la Sierra Chichinautzin cuya fase eruptiva inició *c.* 1670+/- 35 años (245-315 d.C.) (Siebe 2000). Se asienta sobre las márgenes sureñas de los depósitos de avalanchas del volcán Ajusco. Las fases iniciales de erupción del Xitle fueron moderadamente explosivas (tipo estromboliana) siguiendo una actividad mayormente efusiva, con flujos de lava del tipo AA y Pahoehoe que corrieron en dirección N-NE y alcanzaron una distancia de hasta 12 kilómetros, formando un pedregal de aproximadamente 70 km² a 80 km² conocido como Pedregal de San Ángel (Sandoval 2021; Siebe 2000).

La composición de las lavas del Xitle se consideran basaltos de olivino y piroxeno, de textura porfídica y matriz afanítica con fenocristales de plagioclasa y olivino (Badilla-Cruz 1977).

Estudios afirman que este cono eyectó cerca de 0.96 km^3 de lava y 0.12 km^3 de ceniza (Delgado *et al.* 1998). Observaciones de campo indican que las lavas del Xitle tuvieron una baja viscosidad y que la erupción fue mayormente efusiva (Siebe *et al.* 2005).

Delgado *et al.* (1998) realizó una disección estratigráfica, denominando todos los productos eruptivos del Xitle y su cono parásito Xicontle como Formación Xitle que a la vez se compone de 7 miembros, que corresponden al total de los flujos de lava eyectados por la erupción. Las lavas del Xitle poseen un grosor máximo de 35 metros, aunque muestra una gran variabilidad dependiendo de las geformas subyacentes. De entre todos los flujos, Delgado *et al.* (1998) señala que el quinto flujo, denominado Miembro Ciudad Universitaria de Lava Basáltica representó la fase eruptiva de mayor intensidad. Con una composición máfica, fue la de menor viscosidad y la de mayor tasa de efusividad, cubriendo un área promedio de 25.2 km^2 , una extensión máxima de 12.5 kilómetros y un espesor promedio de 25 metros. Este miembro fue el responsable del sepultamiento de Cuicuilco.

Al momento de efusión de lavas del flujo Ciudad Universitaria, este derrame siguió una dirección aparente de $N60^\circ E$ (*sic*) (Figura 7) (Enciso de la Vega 1979). Debido a las características fluidas de la lava (*vid supra*) su descenso desde las faldas del volcán fue canalizado mediante tubos de lava y en concordancia con antiguos relieves y drenajes fluviales.

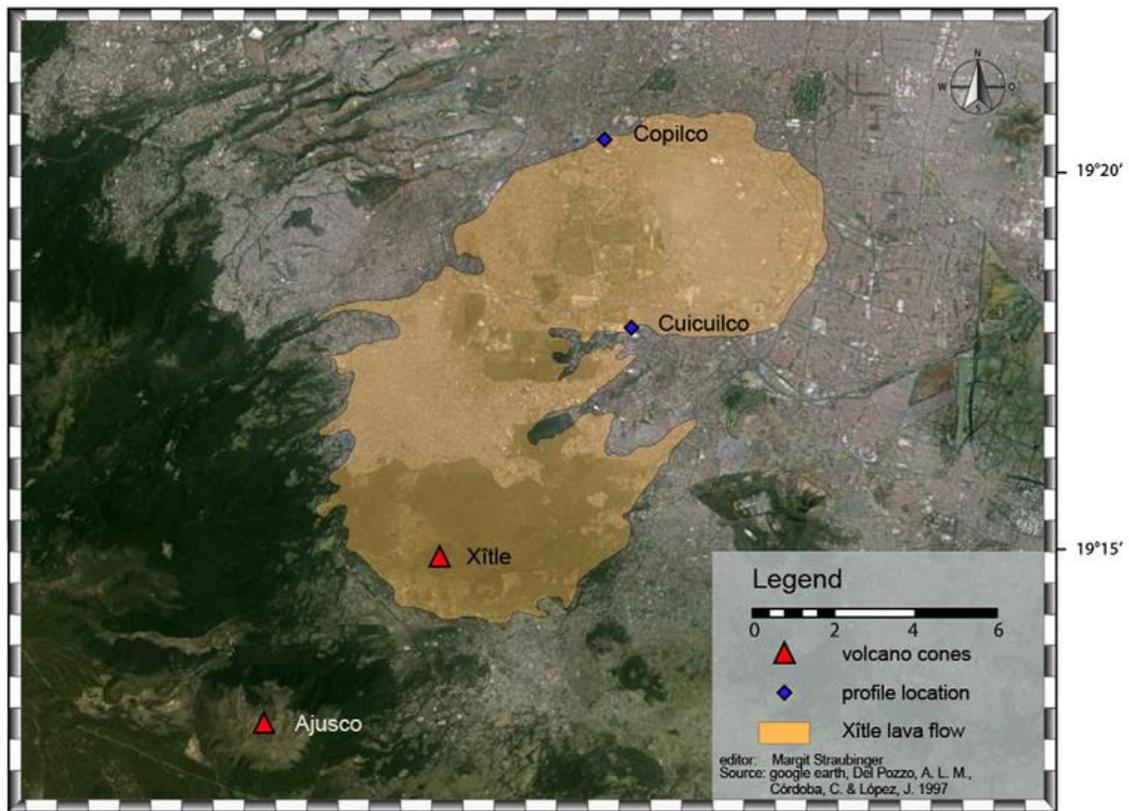


Figura 7. Extensión original del derrame lávico producto del Xitle. Tomado de Solleiro-Rebolledo et al. 2016.

Una serie de paleoformas, entre ellas barrancas, piedemontes y los cursos de los antiguos ríos Magdalena, El Rosal y Cuicuilco fungieron como cauces naturales para los ríos de magma (Figura 8) (Córdova *et al.* 1994). La ubicación de Cuicuilco en un relieve con pendientes de entre 1° y 2° (Lugo-Hubp *et al.* 2001) propició que al momento en que el flujo cubrió el asentamiento se creara un grueso cuerpo de basalto de entre 4 y 6 metros (González *et al.* 2000). En conjunto con los derrames de lavas anteriores, se formó un embalse que depositó cantidades considerables de basalto, asentándose principalmente en las partes bajas y en las márgenes del lago (Figura 8).

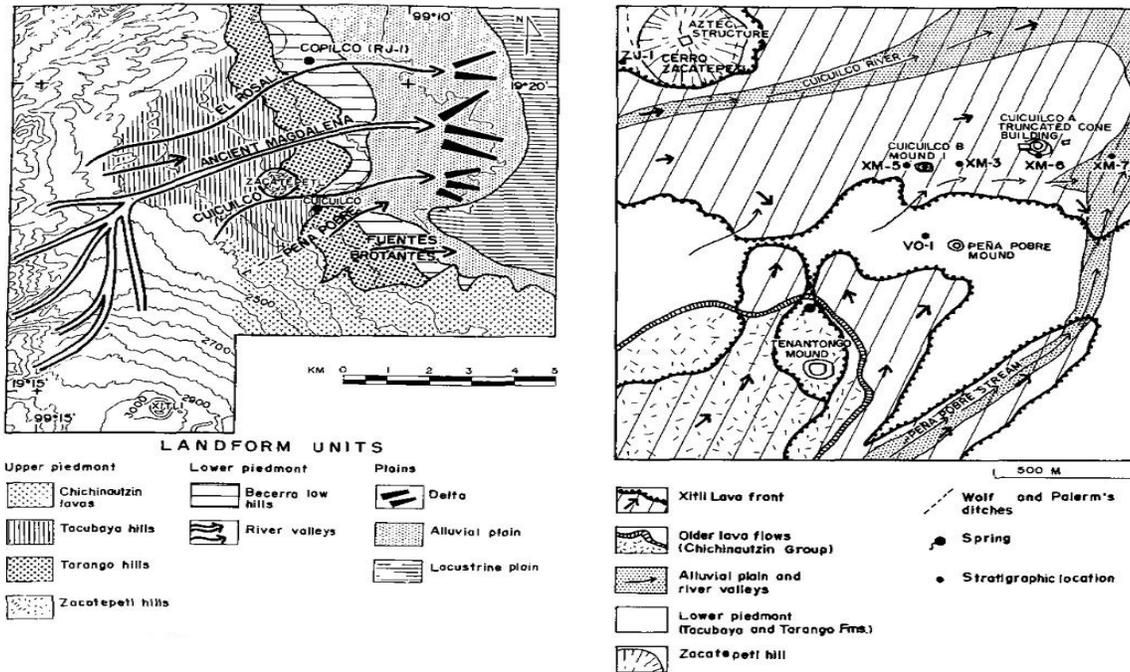


Figura 8. Superficie pre Xitle (izquierda) y post Xitle (derecha). Tomado de Córdova et al. 1994.

3.1.3. Geomorfología

La Cuenca de México consiste en una planicie acumulativa inclinada de norte a sur y delimitada por varias cadenas montañosas; al este la Sierra Nevada, al oeste la Sierra de las Cruces, al sur Sierra del Ajusco todas estas de origen volcánico, con alturas promedio que oscilan de entre los 2,235 msnm en las partes más bajas, hasta los 3,952 msnm en las partes más altas (volcán Ajusco) (Sarmiento 1995).

Entre la planicie y las laderas montañosas se extiende una zona transicional, originada por los acarreo de materiales y por acumulaciones volcánicas ocurridas durante el Pleistoceno.

Las zonas geomorfológicas son 1) planicies de nivel base, 2) piedemonte inferior, 3) piedemonte superior y 4) laderas montañosas volcánicas y sedimentarias (Lugo-Hubp y Martínez 1980).

3.2. Medio ambiente

La Cuenca de México posee una temperatura anual promedio de 20 °C., que varía en la época de lluvias (12 °C a 15 °C) y la de estiaje (17 °C a 20 °C). El periodo de secas se prolonga desde noviembre a abril y el de lluvias de mayo a octubre (Jáuregui 1971).

Las precipitaciones se generan principalmente por fenómenos convectivos y orográficos cuya intensidad varía a lo largo de la Cuenca debido a la incidencia de los vientos alisios. La zona sur y poniente son las de mayor precipitación pluvial, en las inmediaciones de las Sierras del Ajusco, de las Cruces y la Sierra Nevada donde se registran anualmente un promedio de 1,300 mm de precipitación y un total de 130 días lluviosos (Jáuregui 1971; Palma *et al.* 1999).

En general, en la región existen 2 tipos de climas: A) Zona templada, con temperaturas medias de entre 12 °C y 18 °C, que ocupa una amplia distribución en la cuenca, oscilando entre los 2,000 y los 2,900 msnm. b) zona semi-fría, con temperaturas medias anuales de entre los 5 °C y 12 °C, que se distribuye únicamente en las zonas por encima de los 3,000 msnm como son las cimas de las grandes cumbres (Palma *et al.* 1999).

Para el momento de ocupación cuicuilca, durante el Formativo medio y tardío, el clima era templado isotermal, con una variación anual menor a los 5 °C, con temperaturas que oscilaban entre los 18 °C y los 22 °C y precipitaciones medias anuales de hasta 1,200 mm (Sandoval 2019).

3.3. Suelos

Las características genéticas y morfológicas de los diversos tipos de suelos presentes en la Cuenca de México están determinados en gran medida por la complejidad litológica dada la composición y la edad de los materiales eruptivos, así como por la influencia diferencial del clima debido a los cambios altitudinales de casi 3,000 metros que presenta la zona, aunque

algunos otros factores como la pendiente y el desagüe también se ven reflejados en los procesos edáficos que determinan cambios taxonómicos en los grupos de suelo presentes en la región (Palma *et al.* 1999).

Debido a los distintos eventos geológicos que han actuado en esta región de la Cuenca, durante largos periodos se han desarrollado distintos tipos de suelo. Solleiro-Rebolledo *et al.* (2016) realizan un estudio en las inmediaciones de los sitios arqueológicos de Cuicuilco y Copilco, reportando paleosuelos tipo Luvisol de antigüedad considerable que confirmarían una estabilidad ambiental importante durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno. Por encima del Luvisol, Solleiro-Rebolledo *et al.* (2016) describe la existencia de pedosedimentos y suelos jóvenes de tipo Andosol. Los suelos mencionados con anterioridad están ubicados debajo de las coladas de lava del Xitle.

Los suelos contemporáneos que existen en la zona no difieren en cuanto al material parental de los paleosuelos descritos con anterioridad; cenizas, vidrio y minerales volcánicos así como distintos tipos de piroclastos. Los principales suelos modernos reportados para el sur de la Cuenca de México son Andosoles y Litosoles, en menor medida existen los Regosoles, Cambisoles, Feozem y Fluvisoles (Palma *et al.* 1999).

3.4. Flora

A pesar de que la cuenca ha sufrido grandes transformaciones por causas humanas y ambientales en los últimos 4, 000 años, varios autores coinciden en que esta región aún guarda una amplia proporción de las condiciones vegetales originales, a pesar del acelerado crecimiento urbano de una de las ciudades más pobladas y contaminadas del planeta (del Carmen *et al.* 1999)

La flora de la Cuenca de México ha experimentado cambios en la distribución de las comunidades vegetales en los últimos 30,000 años producto de las variaciones climáticas a consecuencia del avance de las glaciaciones del pleistoceno y las condiciones de mayor humedad del Holoceno (del Carmen *et al.* 1999).

Entre 20,000 y 13,000 AP, durante el periodo Arcaico en la cuenca, comenzó un aumento paulatino de la humedad que favoreció el descenso de los hielos hacia finales del Máximo Glacial. Hacia el 9,500 AP el límite arbóreo llegó hasta los 3,500 msnm como consecuencia de una intensa actividad volcánica en la región. Para el 6,000 AP los límites de la vegetación arbórea se estabilizaron debido al aumento de la humedad en las laderas de los macizos montañosos, en consecuencia comunidades de oyameles dominaron sobre los pinos con cierta predominancia de los bosques mesófilos sobre los subhúmedos. Finalmente, la distribución de la vegetación como se observa hoy en día se logra *ca.* 3,000 AP (del Carmen *et al.* 1999). Registros sedimentarios provenientes de playas lacustres muestran que los niveles del lago sufrieron progresiones y regresiones, que, aunado a la actividad volcánica intermitente en la zona, determinaron en gran medida la composición de la flora; en ciertos periodos la mayor parte de las plantas corresponden a especies riparias y lacustres, mientras que en otros, los bosques mesófilos y de pino y encino parecen dominar la región (Manzanilla y Serra-Puche 1987).

Para el momento de la ocupación cuicuilca la flora predominante constaba de bosque de pino (*Pinus* spp) y encinos (*Quercus* spp) (Ramírez 2012), aunque también coexistían comunidades de abetos (*Abies* spp) y especies caducifolias como arce (*Acer* spp), copal (*Liquidambar* spp), nogal (*Juglans* spp) y almez (*Celtis* spp) (Sandoval 2019). Por otro lado, en antiguos paleosuelos descubiertos en la base del antiguo derrame del Xitle, como en las

canteras Puente de Piedra e Isidro Fabela al este del complejo principal de Cuicuilco se han encontrado rizomas de plantas de ambientes pantanosos, así como pastos que sugieren vegetación de pradera abierta (Badilla-Cruz 1977). El desarrollo de la vegetación se dio predominantemente sobre suelos de origen volcánico, esencialmente producto de cenizas y piroclastos alterados, con un gran potencial de explotación. A pesar de que en la actualidad no existen con certeza analogía sobre la vegetación y el tipo de suelo de la época, algunos ejemplos de sitios no cubiertos con lava como los del cerro Zacatépetl donde existen comunidades de encinos (*Quercus* spp) podrían arrojar datos sobre el tipo de recursos vegetales con que los cuicuilcas contaron (Córdova *et al.* 1994).

En la actualidad, Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2010) describen un total de 11 comunidades vegetales en las inmediaciones de la Cuenca en el presente, entre las que se hayan: bosque de *Abies*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus*, bosque de *Quercus*, bosque de *Juniperus*, matorral de *Quercus*, pastizal, matorral xerófilo⁵, vegetación halófila, vegetación acuática y subacuática.

3.5. Fauna

La fauna de la Cuenca ha sido objeto de investigaciones desde temporalidades remotas, como el periodo arcaico.⁶ Algunos ejemplos de paleofauna directamente relacionada con los humanos existen en la literatura, como los del sacro de Tequixquiac, un hueso de camélido con huellas de tallado que asemeja la cabeza de un coyote (Valadez 1983).

⁵ Este ecosistema es el representativo de nuestra zona de estudio.

⁶ El periodo arcaico abarca desde el poblamiento temprano (c. 12,000 AP) hasta el surgimiento de las comunidades proto-cerámicas (c. 2,500 a.C.).

Hacia 5, 500 a.C., durante la Fase Playa, se localizan varios huesos de mamíferos en el yacimiento arqueológico de Zohapilco-Tlapacoya, suponiendo un aprovechamiento estable de los recursos animales. Entre los hallazgos destacan el venado (*Odocoileus virginianus*), conejo (*Sylvilagus cunicularis*), perro o coyote (*Canis*), ratones de campo (*Liomys irroratus* y *Peroyscus*), rata canera (*Syngmodon*) y el roedor (*Microtus*). Entre las aves acuáticas destacan patos de cabeza roja (*Aythya*), pato cucharón (*Spatula Clypeata*), pato golondrino (*Anas acuta*), pato collar (*Anas platyrinchos*), además de agachadizas, chochines y gansos de Canadá (*Branta*). Las aguas dulces del lago, ricas en elementos nutritivos, abrigan pequeñas tortugas, ajolotes (*Ambystoma mexicanum*) además de comunidades de peces, caracterizadas por charales blancos (*Chirostoma*) peces amarillos (*Girardinichthys*) y otros de la familia *Cyprinidae* (Serra-Puche 1985).

Durante el Formativo Medio y Tardío (c. 700-200 a.C.), con el advenimiento de la explosión demográfica en la región, se descubren en varios yacimientos a lo largo de la cuenca grupos bien definidos de fauna que pueden ser el vestigio de la selección y domesticación para fines alimenticios; una porción considerable de animales fue criada, mientras que otra eran producto de la caza. En este contexto destacan los guajolotes (*Meleagris gallopavo*), el zorrillo (*Mephitis* sp.), los caracoles (*Lymnaea*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tortugas (*kinosternon*), rana (*Lyssamphibia*), jabalí (*Dicotyles*), gavilán (*Buteo* sp.) además de la crianza de bagres y perros (Serra-Puche 1985; Manzanilla y Serra-Puche 1987).

Tomando en cuenta que durante los últimos 3, 000 años no ha habido fluctuaciones considerables en el clima y la vegetación de la Cuenca podemos suponer que, durante el periodo de ocupación cuicuilca, habitaban muchas de las especies que permanecen en el

presente, aunque algunas muy probablemente fueron desplazadas hacia manchones de vegetación prístinas, lejos de la perturbación antrópica (Sandoval 2019).

Actualmente en la zona existe fauna de tres clases: la mastofauna, con alrededor de 16 familias, 37 géneros y 52 especies entre las que destacan los roedores (ardillas, tuzas, ratas y ratones) con especies endémicas como el conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) y otras como el coyote mexicano (*Canis latrans cagottis*), armadillos (*Xenarthra*), venado (*Artiodactyla*); las aves también representativas con familias tales como los buitres (*Cathartidae*), halcones (*Falconidae*), vencejos (*Apodidae*), golondrinas (*Hirundinidae*), cuervos (*Corvidae*), codorniz (*Odontophoridae*) y palomas (*Columbidae*); los anfibios y reptiles tales como el camaleón (*Phrynosoma* sp.), lagartijas, ranas y ajolotes (Granados *et al.* 2004).

3.6. Conclusiones

En este apartado se hizo mención de las condiciones naturales del presente y del pasado en la región sur de la Cuenca de México, cuyas circunstancias han fluctuado a través de la historia geológica, y que han sido fuente de estudio y documentación por investigadores de disciplinas tan diversas como la Geología, Ecología, Arqueología, entre otras. Como se logró vislumbrar, la dinámica ambiental de la cuenca está estrechamente relacionada con la actividad volcánica y las fluctuaciones climáticas que afectaron de manera directa a la fauna, la flora, los suelos y las culturas que se asentaron en esta región; estas características interrelacionadas en las esferas de lo social y lo natural son lo que Butzer (1982) considera que aportan el contexto en arqueología, cuya parte esencial es comprender el escenario donde se desarrollan las culturas humanas.

Consideramos que con el esbozo geológico y ambiental histórico de la Cuenca de México expuesto en este capítulo se haya logrado contextualizar el medio físico en el cual Cuicuilco se desarrolló, cuyo germen gestó el inicio de una de las primeras sociedades jerarquizadas de la región, que a la postre, sería el resultado de un largo proceso de interacción entre la sociedad cuicuilca y su medio ambiente.

Capítulo 4. Metodología

4.1. Trabajo de Campo

Un total de 8 muestras recolectadas para la presente investigación fueron extraídas en las inmediaciones del costado sur del Gran Basamento, en el perfil de la operación No. 4 donde se encuentra la Estela (Figura 9). Este perfil fue excavado y registrado por el arqueólogo

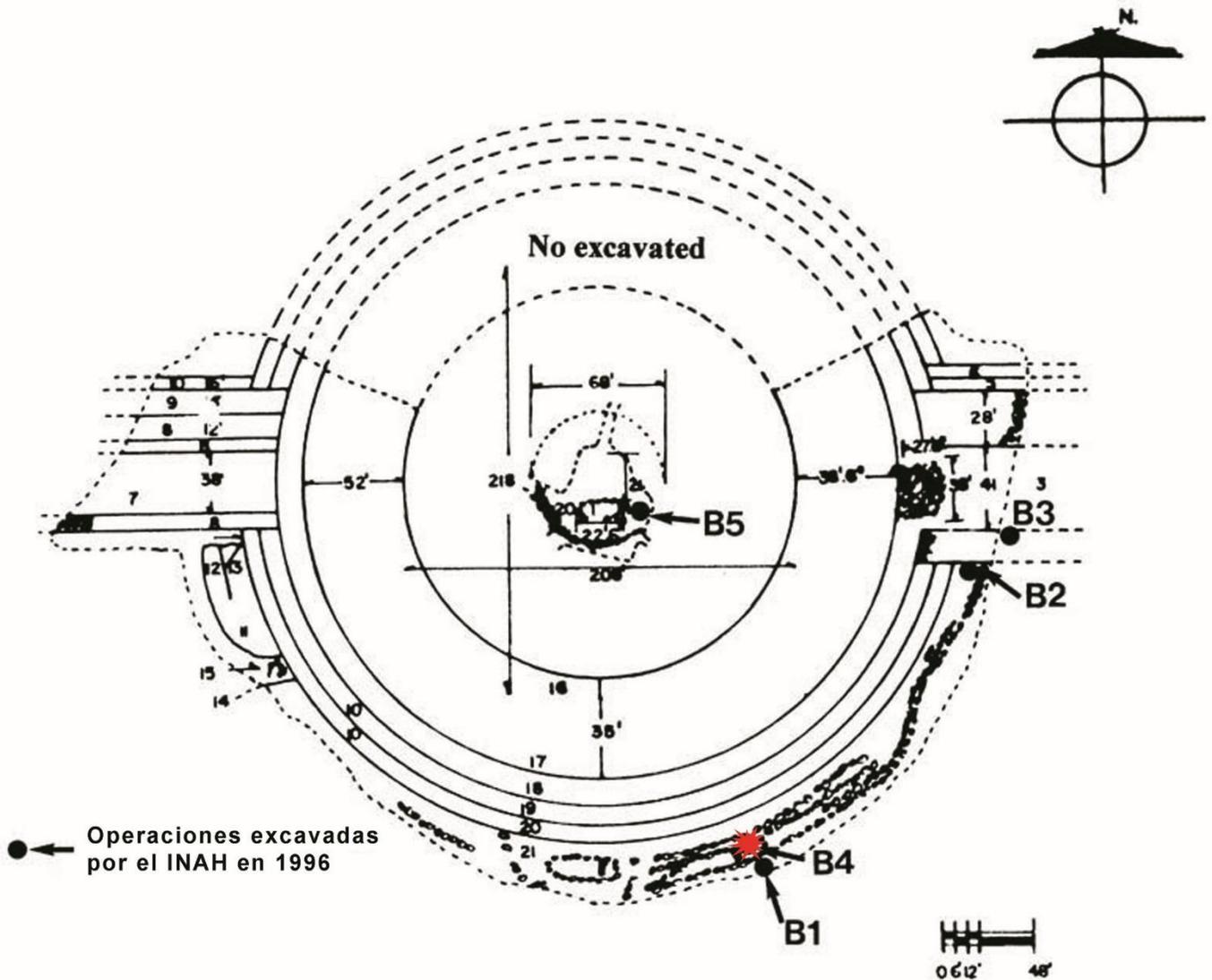


Figura 9. Ubicación de la operación No. 4 donde fue descubierta la Estela dentro de Cuicuilco. Tomado de González et al. 2000

Pérez-Campa en 1996 en el marco del Proyecto Arqueológico Cuiculco (Pérez-Campa 1996).

Una vez limpia la cara norte del perfil se dispuso a cotejar la información obtenida por Luciano (2017) quien realizó un muestreo general de los estratos. Para esta investigación se procedió a identificar los límites entre capas de cada uno de los estratos. Una vez identificadas las capas y sus límites se colocó la escala métrica a lo largo del perfil, posteriormente se hizo el registro fotográfico

Debido a las condiciones atmosféricas de alta humedad, no fue posible reconocer las capas E1 a E3 y E13 a E14 descritas con anterioridad por Luciano (2017), pues el fondo del pozo estaba anegado por una columna de agua de aproximadamente 40 centímetros de profundidad. En consecuencia de este inconveniente y aunado a los fines de esta investigación para obtener muestras de zonas estratégicas del perfil, la profundidad de cada estrato reconocido en el perfil tuvo un ligero desfase de +/- 5 cm respecto al muestreo realizado por Luciano (2017).

Para la toma de muestras se utilizó una navaja para definir los bloques, los cuales tuvieron un tamaño aproximado de 15x10 cm, posteriormente fueron recolectados con una cucharilla



Figura 10. Toma de muestras en campo. Fotografías de González-Pineda (2022)

del No 6. En folios de papel aluminio se procedió a envolver los bloques de suelo, conservando su orientación (Figura 10).

Finalmente las muestra se introdujeron en bolsas de plástico individuales y etiquetadas con marcador indeleble y fueron transportadas al Instituto de Geología de la UNAM para ser procesadas en el Laboratorio de Micromorfología a cargo del M. en C. Jaime Díaz.

Se tomaron un total de ocho bloques de sedimentos (Figura 11).

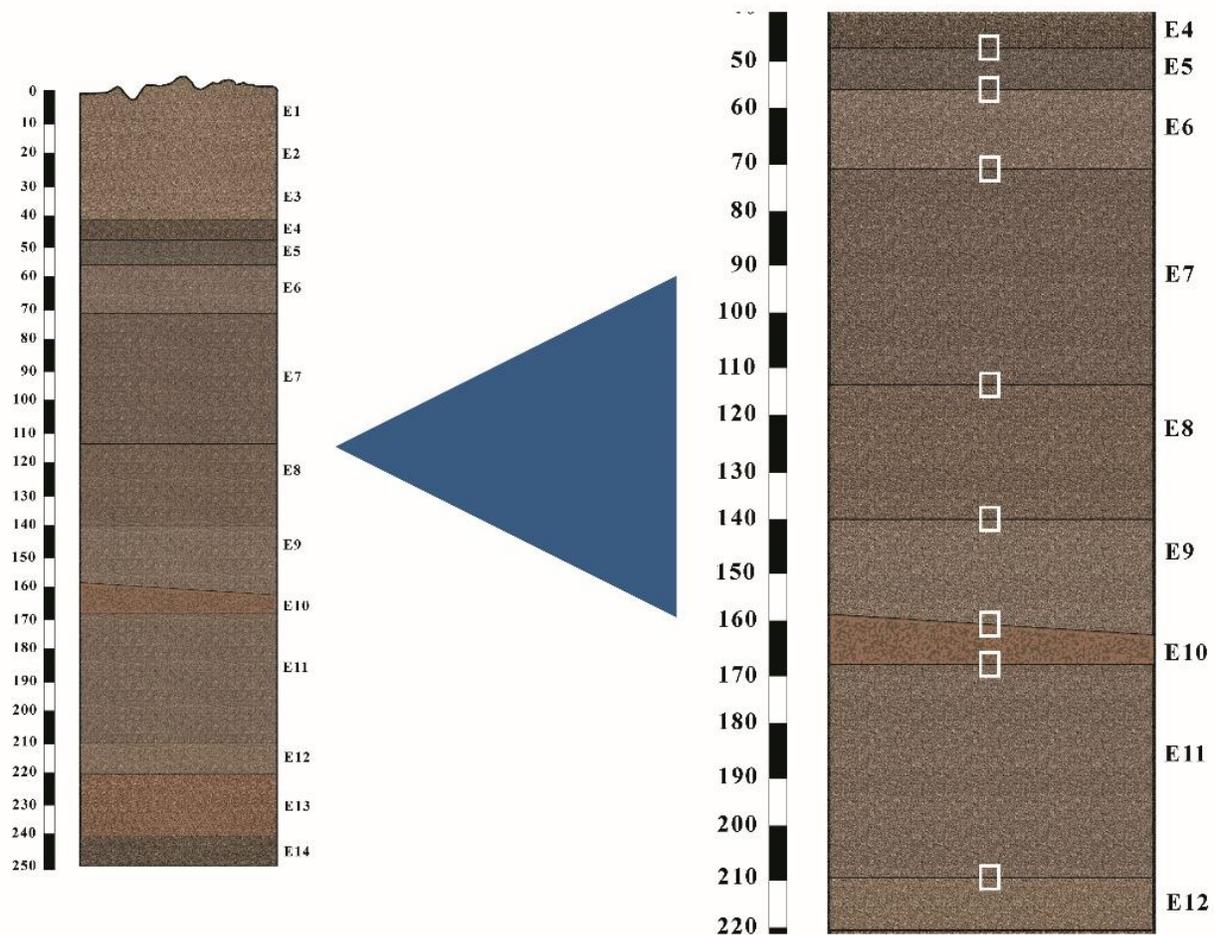


Figura 11. Perfil de la Estela. Ejemplo de la ubicación del muestreo de los bloques trabajados en la presente tesis. Redibujado de Luciano 2017, dibujo realizado por González-Pineda 2022.

4.2. Procesamiento de las muestras

El método principal de la micromorfología es la utilización de muestras no perturbadas y orientadas de sedimentos o suelos.

Durante un periodo aproximado de un mes, las muestras fueron secadas en el laboratorio de Micromorfología del Instituto de Geología de la UNAM.

Se realizaron una serie de fotografías a los bloques obtenidos en formato .JPG con luz natural con la finalidad de conservar el registro de la integridad de los bloques así como para reconocer zonas estratégicas de los mismos.

Los bloques fueron desbastados cuidadosamente hasta lograr una forma de prisma rectangular, se tuvo especial cuidado en los límites para conservar su integridad. Los desechos de este proceso fueron resguardados en bolsas de plástico, cuidadosamente etiquetados para posibles estudios en un futuro.

Los prismas rectangulares fueron colocados en bolsas medianas para su impregnación con resina. Dicha resina se compuso de un 70% de resina poliéster marca poliformas, 30% del volumen de monómero de estireno, 14 gotas de promotor NCV y 40 gotas de catalizador K2000. Posteriormente, las muestras fueron colocadas en una cámara de vacío durante 30 minutos para favorecer el ingreso de la resina dentro de los poros; después de este tiempo, los bloques fueron expuestos a la luz solar para su total endurecimiento. Los bloques fueron cortados con un disco de diamante, una de las caras se pulió con lijas de agua del número 200, 400 y 600. Los bloques resultantes midieron aproximadamente 7x13 centímetros. Una vez desbastada la muestra, las láminas fueron sumergidas en un limpiador ultrasónico y secados con aire a presión para liberarlos de cualquier rastro de humedad.

Después los bloques se pegaron con resina ultravioleta a un portaobjetos petrográfico. Una vez que las muestras se pegaron al portaobjetos se adelgazaron en una cortadora Buehler. El adelgazamiento de las láminas concluyó al lijar nuevamente las muestras sobre un cristal añadiendo carburo de silicio de 220, 400 y 600 hasta dejarlas con un grosor de ~30 micrones. Obtenido el grosor ideal, las láminas fueron limpiadas finalmente con Micropolish 1.0 Micron Alpha Alumina de la marca Buehler sobre paños de tela suaves.

4.3. Color

Los bloques fueron analizados con ayuda de Tabla *Munsell* para determinar el color de cada uno de ellos. Se procedió a humedecer ligeramente la superficie de la muestra para hacer las lecturas de color.

4.4. Análisis micromorfológico

Las láminas fueron analizadas en un microscopio petrográfico Olympus BX51 con objetivos 2X, 4X, 10X y 40X, equipado con una cámara fotográfica CoolSNAP-Pro COLOR. Para la visualización de áreas de mayor tamaño en las muestras se recurrió al uso del microscopio estereoscópico Nexius Zoom con objetivo de .65x.

Las muestras fueron observadas bajo luz natural (LN), nícoles cruzados (NX) y luz reflejada (LR). Con ayuda del Software Image-Pro Plus 7 se identificaron y describieron los rasgos antrópicos y naturales de interés con ayuda de manuales especializados (Stoops 2003; Nicossia y Stoops 2017).

Para la presente investigación se tomaron en cuenta las siguientes características micromorfológicas de las láminas:

- a) Tipo de matriz
- b) Rasgos pedogenéticos naturales:
 - MO fresca y degradada
 - Cutanes de arcilla y Mn
 - Rasgos de iluviación de arcilla
 - Manchas, nódulos y/o concreciones de Fe y Mn
 - Composición mineralógica
 - Estructura sin compactación
 - Porcentaje de porosidad
- c) Rasgos antrópicos
 - Pápulas de arcilla
 - Hueso
 - Carbón
 - Costras superficiales de suelo
 - Fragmentos retrabajados de suelo natural
 - Fragmentos de pisos constructivos
 - Porcentaje de porosidad

Para la descripción de los rasgos micromorfológicos mencionados arriba se optó por utilizar el manual de Stoops (2003) con la finalidad de caracterizar rasgos tales como microestructura, la relación de la fracción gruesa/fina (*c/f relation*), la integridad de los minerales, y demás rasgos observados en las láminas delgadas.

4.5. Análisis micromorfométrico

Con ayuda de un escáner Epson Perfection V700 las láminas fueron escaneadas a una resolución de 2400 DPI, en formato guías para obtener una imagen completa de las láminas, esto con la finalidad de contar con una visión nítida de las muestras a escala meso, siguiendo la metodología de Ward *et al.* (2017)

Obtenidas las imágenes, se procedió a analizar el área porosa adyacente a los límites inferior y superior de cada capa; para esto se procedió mediante las recomendaciones de Rentzel *et al.* (2017) y Milek (2012) sobre la profundidad media a la cual la porosidad experimenta reducción producto de la actividad antrópica. Para este muestreo se procedió a medir los primeros 3 mm del área superior e inferior adyacentes al límite de cada capa.

Con ayuda del Software Image-Pro Plus 7 se contabilizó el área de los poros con la finalidad de observar si existe una pérdida en la porosidad producto de la actividad antrópica (Figura 12)



Figura 12. Ejemplo del análisis micromorfométrico aplicado al porcentaje de espacio poroso de las muestras. Fotografía correspondiente a la muestra E6, arriba parte superior de la muestra, abajo parte inferior. Nótese la diferencia del espacio poroso.

4.6. Conclusiones

Una primera intervención realizada en el perfil estratigráfico de la Estela de donde se obtuvieron las muestras fue excavado y descrito hacia el año 1996, en el marco del Proyecto Arqueológico Cuicuilco. Así mismo, una primera caracterización micromorfológica fue realizada en el año 2016 por Luciano (2017) quien proporcionó la nomenclatura utilizada en esta investigación, y quien realizó el primer acercamiento a escala micromorfológica.

A manera general, el presente capítulo se centró directamente en la metodología utilizada en esta investigación, cuyo fin fue la explicación del proceso de la investigación, desde la obtención de las 8 muestras extraídas de los contactos entre capas presentes en el perfil de sedimento asociados a la Estela de Cuicuilco, pasando a la explicación del procesamiento de las muestras en laboratorio, cuyo producto fue la obtención de las láminas delgadas. Así mismo, se explicaron los principales instrumentos utilizados para el análisis de las láminas delgadas, se ofreció un esbozo de los principales rasgos micromorfológicos a considerar, así como la propuesta de análisis de la porosidad en las regiones adyacentes a los límites entre capas de las muestras.

5. Resultados

5.1. Descripción morfológica del Perfil

El perfil se localiza en el flanco sur del Gran Basamento y tiene una profundidad de 259 cm donde se reconocieron 14 capas de suelo por Luciano (2017). A escala macro es posible reconocerlas por su límite horizontal paralelo, friabilidad y cambio en la coloración (Figura 11).

Todas las muestras fueron obtenidas conforme las mediciones realizadas por Luciano (2017) aunque existió un ligero desfase de +/- 5 cm.

El reconocimiento en campo de las capas E1 a la E3 fue imposible pues los materiales se encontraban saturados de agua por las fuertes precipitaciones registradas en la temporada.

En el límite entre E4 y E5 se encontró un pequeño alineamiento de gravillas de forma lenticular; a pesar de ello no fue posible observar la extensión de esta aparente alineación.

Las capas E5, E6 y E7 fueron fácilmente observables en campo pues su principal atributo es el cambio en la coloración, además de su límite horizontal y abrupto.

Entre las capas E7 y E8 existe también un alineamiento de gravillas que no pudo ser observado más allá de unos cuantos centímetros.

Entre las capas E9 y E10 se localizaron fragmentos carbonizados de restos vegetales y la presencia de una cuña que se extiende por el perfil en dirección sur.

Las capas E11 y E12 fueron las más complicadas del muestreo debido a la columna de agua de cerca de 40 cm de profundidad presente en la base del perfil. El límite entre estas capas es horizontal aunque difuso.

Las capas E13 y E14 no pudieron ser reconocidas pues la base del perfil se encontraba anegada por el agua aproximadamente 40 cm.

5.2. Color

Los colores muestran cierta homogeneidad a lo largo del perfil; en todos los casos, se observa una predominancia del tono café. El único cambio evidente fue en las capas inferiores (E11 y E12) donde la cantidad de brillo aumentó para ambas muestras por la humedad.

A continuación, se presentan en la Tabla 1 los valores absolutos de cada una de las capas del perfil.

E4	10YR 3/3 Café Oscuro
E5	10YR3/4 Café Oscuro Amarillento
E6	10YR 4/4 Café Oscuro Amarillento
E7	10YR 4/3 Café
E8	10YR 3/2 Café Grisáceo muy Oscuro
E9	10YR 4/4 Café Oscuro Amarillento
E10	10YR 3/2 Café Grisáceo muy Oscuro

E11	10YR 6/4 Café Amarillento Tenue
E12	10YR 5/4 Café Amarillento

Tabla 1. Resultados de pruebas de color con Munsell aplicado en húmedo a los bloques.

5.3. Micromorfología

E4

Se observa a lo largo de la muestra una microestructura predominantemente granular con presencia de poros en forma vesicular y algunas zonas con poros en forma de canal. La fracción fina/gruesa es de tipo *double spaced porphyric*, observándose granos de tamaño arena hasta arcillas.

La fracción mineral se compone principalmente de vidrio volcánico y plagioclasas, existiendo en menor cantidad los anfíboles, piroxenos y olivinos, así como algunos ferromagnesianos. Los niveles de intemperismo son bajos afectando principalmente al vidrio volcánico.

La materia orgánica es poco común; sin embargo, es posible observar algunos fragmentos de raíces semi-degradadas (Figura 13a).

Se observan algunos nódulos de óxido de hierro diseminados por toda la matriz, en menor grado y de forma específica se presentan algunas impregnaciones de óxidos de hierro. En el caso de las pápulas de arcilla, se registra una abundancia media, en mayor medida se registran las costras superficiales de suelo. La presencia de carbón es común, con una integridad considerable y presentando algunos rasgos de intemperismo.

Se identificó un posible fragmento de material óseo (Figura 13b).

E5

Posee una microestructura granular (Figura 13c) con un grado de compactación similar a E4, aunque en la parte superior el grado de compactación es mayor, disminuyendo hacia su parte inferior. Los poros, principalmente, poseen una forma vesicular. La relación entre la fracción fina/gruesa *double spaced porphyric*.

La porción mineral de tamaño arena está compuesta por vidrio volcánico y minerales, principalmente plagioclasas, anfíboles, algunos ferromagnesianos y en menor cantidad olivinos. El nivel de intemperismo es bajo, siendo los rasgos más visibles en el vidrio volcánico (Figura 13d)

La materia orgánica, compuesta de restos vegetales semidegradados, son escasos en la parte superior de la lámina aumentando hacia la parte inferior. El carbón está presente con mayor regularidad en la parte superior de la capa; en general el grado de intemperismo que presenta es de medio a bajo.

Los nódulos de óxidos de hierro, las costras superficiales de suelo y las pápulas de arcilla se extienden comúnmente por toda la lámina. Existen agregados subredondeados de material pedosedimentario en la muestra. A lo largo de la muestra, los fragmentos retrabajados de suelo natural son comunes.

En esta capa se encontró un posible fragmento de piso constructivo incrustado en la matriz (Figura 13e); este posee una partícula asociada de basalto vesicular y una zona muy compacta. Su orientación aleatoria muestra indicios de retrabajamiento.

Posible presencia de materiales óseos en diferente estado de conservación.

E6

Esta capa posee una microestructura predominantemente granular, aunque en algunas zonas se torna esponjosa. El grado de compactación es mayor que en las capas superiores, sobre todo en la parte superior de la lámina. Los poros son principalmente de forma vesicular, aunque en la parte superior estos se tornan elongados y con cierta orientación horizontal. La fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric*.

La fracción mineral está compuesta en su gran mayoría por vidrio volcánico y plagioclasas, y en menor medida anfíboles y piroxenos. Los minerales ferromagnesianos aumentan sensiblemente en comparación a las capas superiores. El nivel de intemperismo es bajo, siendo visible principalmente en el vidrio volcánico.

La materia orgánica es muy escasa y muestra un considerable estado de degradación ubicándose principalmente en la parte superior de la lámina. El material carbonizado es escaso en la parte inferior y moderadamente abundante en la parte superior de la muestra (Figura 13f).

Los fragmentos retrabajados de suelo natural son comunes en toda la muestra.

Los óxidos de hierro en forma de nódulos (Figura 13g) e impregnados en la matriz están presentes en mayor medida en la parte superior de la muestra, aunque no exclusivamente.

Las costras superficiales de suelo son frecuentes, sobre todo en la parte superior. Se registra una abundancia media de pápulas de arcilla presentes a lo largo de la lámina. Posible presencia de material óseo, a lo largo de la muestra.

E7

Se observa una predominancia de una microestructura granular, aunque en zonas específicas se observa una microestructura en bloques subangulares (Figura 13h). La fracción fina/gruesa es *singled spaced pophyric*. Abundancia de poros en forma vesicular. En la parte superior se observan laminaciones, y en zonas preferenciales se observan óxidos de hierro impregnados en la matriz.

La fracción mineral está compuesta en mayor abundancia de plagioclasas, y en menor grado de vidrio volcánico, ferromagnesianos y anfíboles. Existen algunos líticos, aunque estos son muy escasos. El nivel de intemperismo de los materiales es muy alto en comparación con las capas superiores, afectando en mayor grado a las pómez, aunque en general algunos minerales presentan huellas de ataque.

La materia orgánica es muy escasa y esta se encuentra muy degradada, los rastros de carbón son igualmente escasos y presentan un marcado intemperismo.

Los óxidos de hierro y manganeso son de abundantes a muy abundantes y se presentan en forma de nódulos complejos.

Las pápulas, los cutanes de iluviación de arcilla (Figura 13i) y las costras de suelo (Figura 13j) son muy abundantes. Probable presencia de material óseo que se localiza en la parte baja de la lámina.

E8

Microestructura predominantemente granular, aunque en algunos sitios ésta forma algunos bloques subangulares en la parte inferior de la muestra. La fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric a monic*. Aumento sensible de la porosidad, en comparación con la capa superior. Los poros son de forma vesicular y elongados, estando ligeramente orientados horizontalmente sobre todo en la parte superior. Algunos se encuentran interconectados mediante canales.

La fracción mineral está compuesta en mayor medida por vidrio volcánico, plagioclasas y olivinos, y en menor grado por anfíboles y piroxenos. Algunos minerales muestran huellas de ataque muy pronunciadas, sobre todo las pómez (Figura 13k) y los olivinos.

Materia orgánica muy escasa. Los carbones son pocos y se observan muy intemperizados y fragmentados.

Presencia muy abundante de óxidos de hierro y manganeso, en forma de nódulos complejos y de bordes redondeados (Figura 13l) aunque también impregnados a lo largo de la matriz

Las pápulas de arcilla y los cutanes de iluviación son muy escasos, mientras que las costras de suelo son muy abundantes sobre todo en la porción superior de la muestra.

E9

Microestructura granular que en algunas zonas tiende a formar bloques subangulares. La fracción fina/gruesa es *single spaced equal enaulic*. Se registra un aumento de la porosidad respecto a la capa superior (E8), los poros poseen en una gran mayoría una morfología de tipo canal y en menor grado vesicular, la primera presente sobre todo en la parte superior de la muestra.

La fracción mineral está compuesta principalmente de plagioclasas, anfíboles y vidrio volcánico, en menor grado piroxenos y ferromagnesianos. Algunos minerales presentan claras huellas de intemperismo y oxidación. (Figura 13m). Presencia de algunos fragmentos líticos en la parte baja de la muestra.

Se registra poca materia orgánica en estado muy intemperizado y se hace presente sobre todo en la parte inferior de la capa. La presencia de carbón es abundante a lo largo de la matriz existiendo algunos fragmentos bien preservados y de tamaño considerable (Figura 13n).

Esta capa tiene una presencia muy abundante de óxidos de hierro y en forma de nódulos de redondeados y complejos, así como impregnados por toda la matriz. Algunos poros poseen hiporrevestimientos de óxidos de hierro y manganeso en conjunto a cutanes de arcilla (Figura 13o).

Las costras de suelos son también muy abundantes en la misma zona, mientras que en la parte baja están presentes en menor grado.

E10

Microestructura granular tendiendo a esponjosa con un grado de compactación similar a E9. La fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric*. Los poros presentan una acusada forma vesicular, con cierta elongación a lo largo de toda la muestra.

La fracción mineral se compone primordialmente de plagioclasas, anfíboles y vidrio volcánico. En general, los minerales presentan un grado medio de intemperismo representado por huellas de ataque en casi todos ellos; en general el vidrio volcánico presenta un alto grado de oxidación.

Se registra poca materia orgánica con evidente degradación. Esta muestra contiene la mayor abundancia de carbón vegetal, estando presente a lo largo y ancho de la lámina, algunos teniendo un tamaño considerable (Figura 13p).

Abundante presencia de óxidos de hierro, en su mayoría impregnados en la matriz, en menor medida se observan en forma de nódulos. Algunos poros poseen hiporrevestimiento de óxidos y partículas de tamaño limo y arcilla (Figura 13q).

Las pápulas son poco comunes mientras que los rasgos de iluviación de arcilla tienen una abundancia media, situándose en mayor medida en la parte baja de la lámina (Figura 13r).

La presencia de costras de suelo está distribuida de forma similar por toda la muestra.

E11

Microestructura en bloques subangulares (Figura 13s) Esta capa posee la menor compactación de todas las muestras analizadas. La fracción fina/gruesa es *single spaced open enaulic*. Abundancia de poros elongados, interconectados y en forma de canal, mientras que aquellos de forma vesicular se encuentran en abundancia media.

Los minerales más representativos son plagioclasas y el vidrio volcánico, mientras que en proporción similar se encuentran los anfíboles y olivinos. Los minerales en general muestran signos de intemperismo mostrando casi todos ellos huellas de ataque pronunciadas. Presencia de algunos líticos.

Se observa poco carbón, en su mayoría se presenta en la parte baja de la lámina.

La presencia de nódulos de óxido de hierro es común a lo largo de la muestra, sobre todo en forma de nódulos de bordes redondeados y otros tantos impregnados en la matriz.

Los rasgos de iluviación son comunes (Figura 13t) y las pápulas de arcilla son frecuentes, se localizan sobre todo en secciones específicas de la lámina. Las costras de suelo son poco comunes, aunque de un tamaño considerable (Figura 13u).

E12

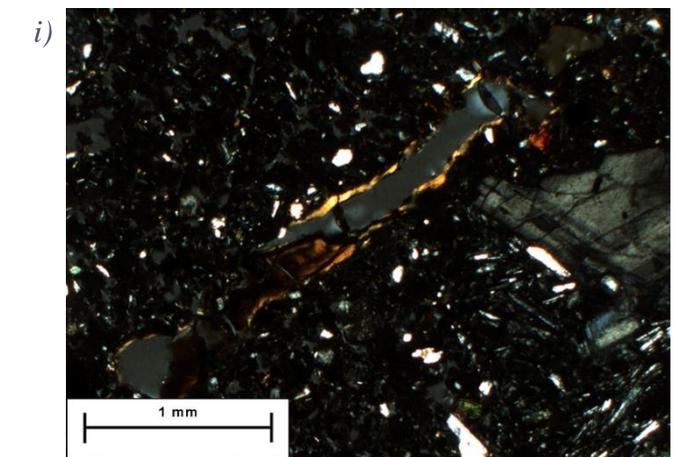
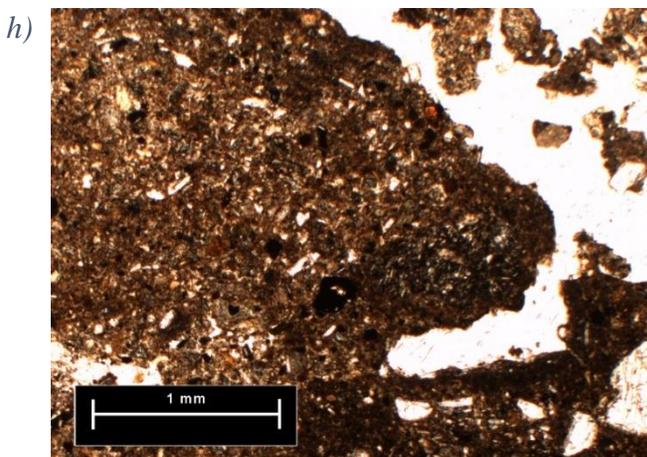
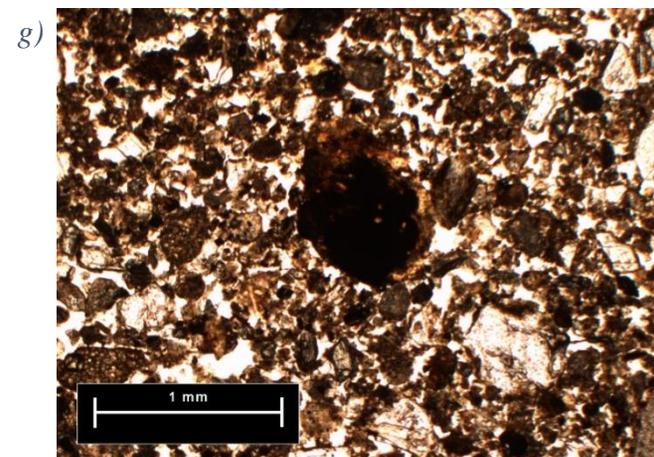
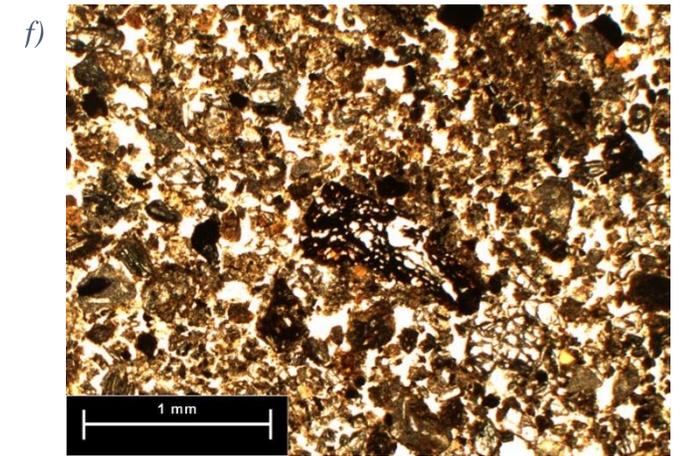
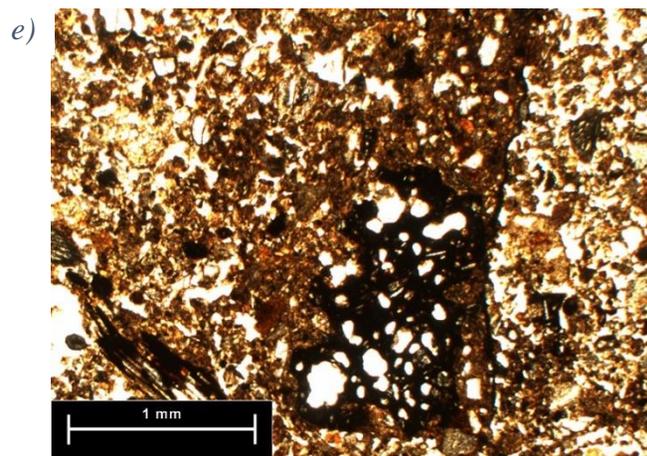
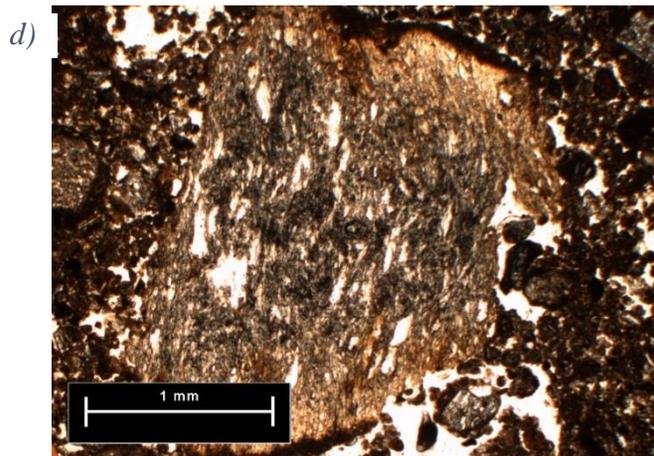
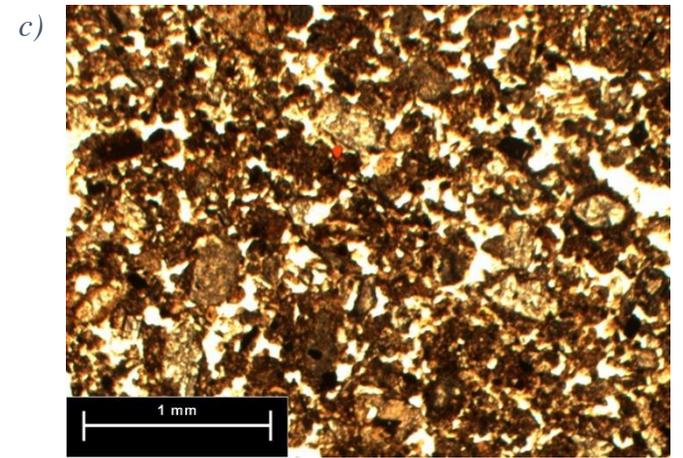
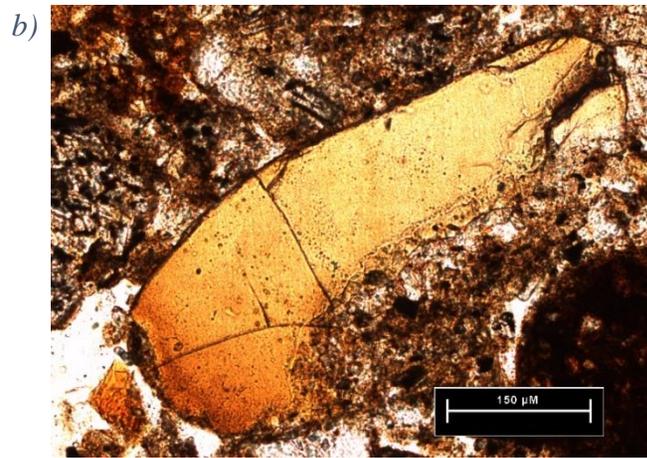
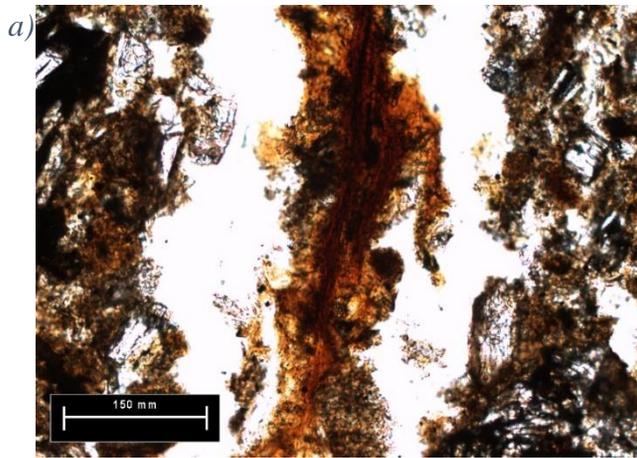
Microestructura en bloques subangulares (Figura 13v). Niveles de compactación bajos, aunque mayores a los de la capa E11. La relación c/f es *single spaced open enaulic*. Los poros poseen un cierto grado de elongación, siendo principalmente de forma vesicular y de canal.

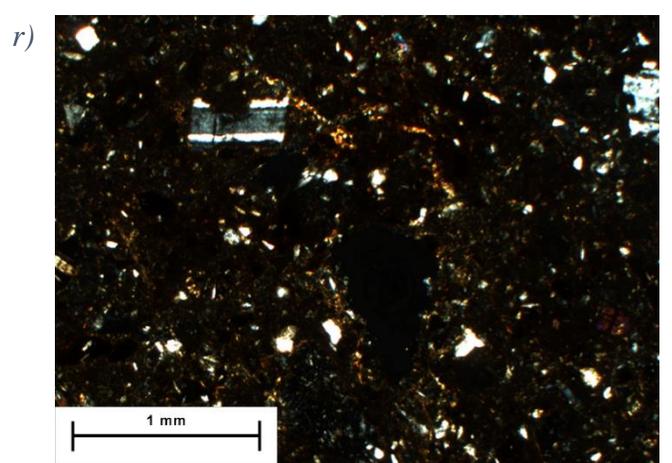
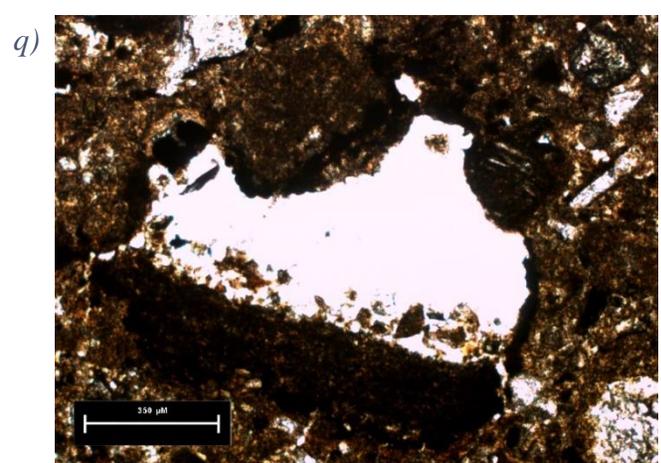
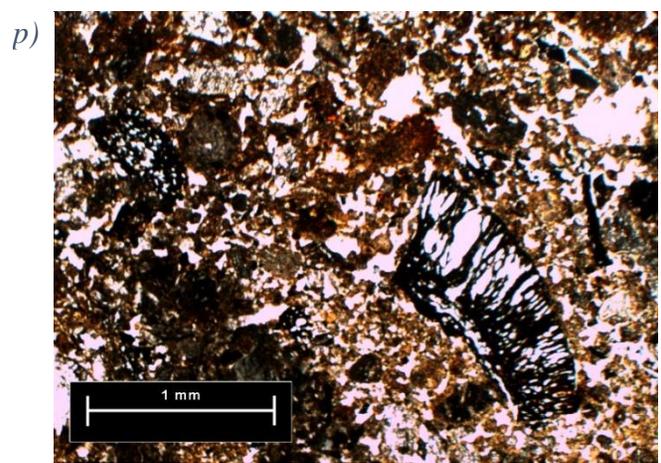
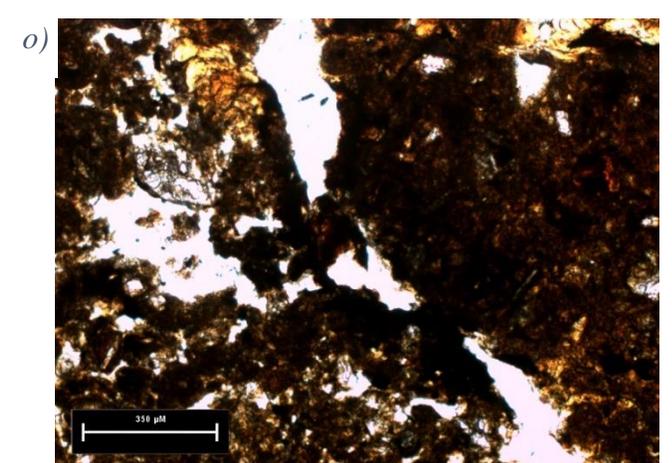
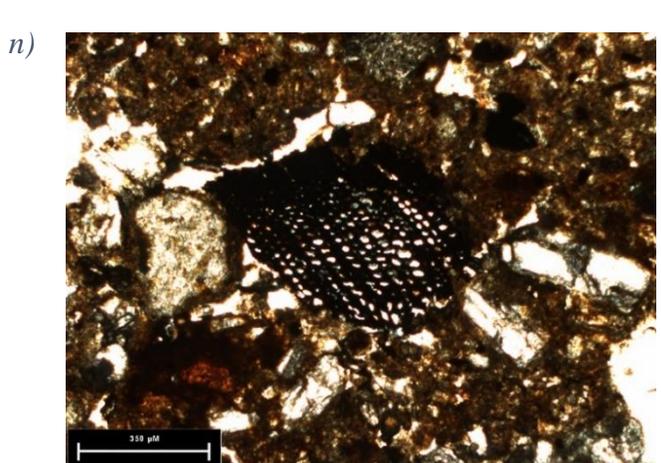
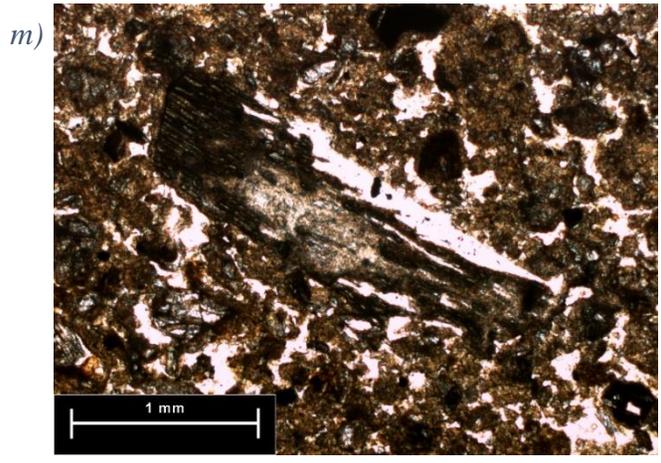
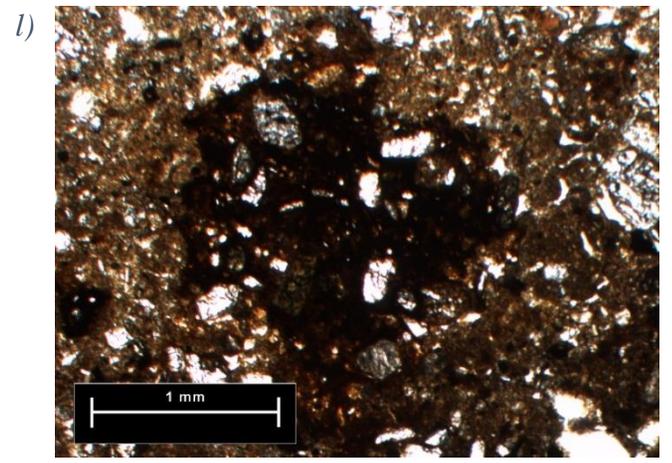
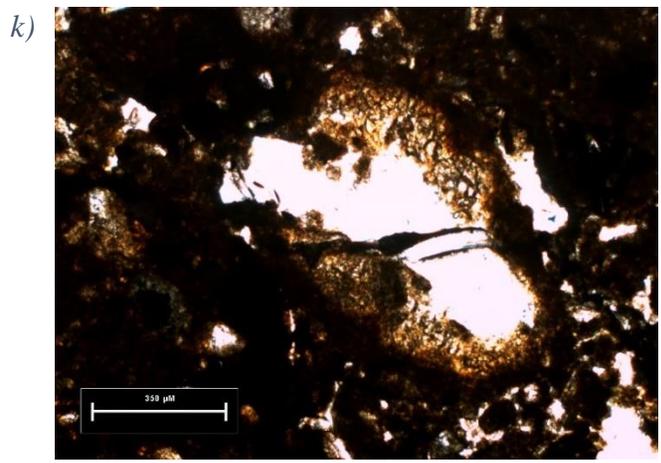
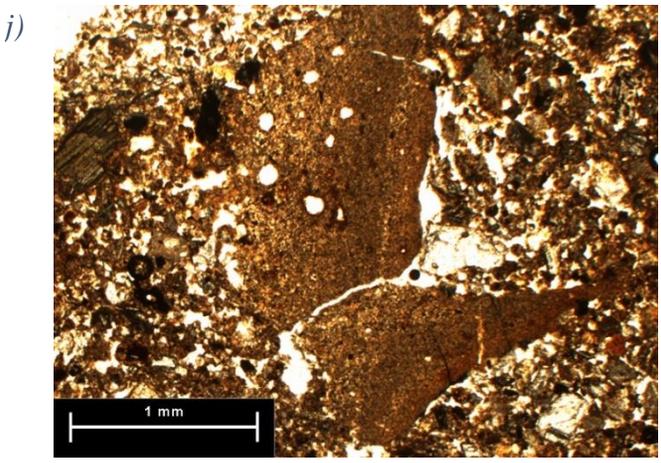
Los minerales representativos son las plagioclasas y el vidrio volcánico, en menor grado los anfíboles, piroxenos y olivinos. Los minerales muestran un alto grado de alteración, en general presentan pronunciadas huellas de ataque (Figura 13w)

Poca presencia de carbón en estado muy fragmentado.

La presencia de nódulos de óxido de hierro es frecuente. Algunos poros poseen hiporrevestimientos de óxidos de Fe y Mg.

Los cutanes de iluviación son frecuentes a lo largo de la muestra, mientras que las pápulas de arcilla son menos abundantes (Figura 13x).





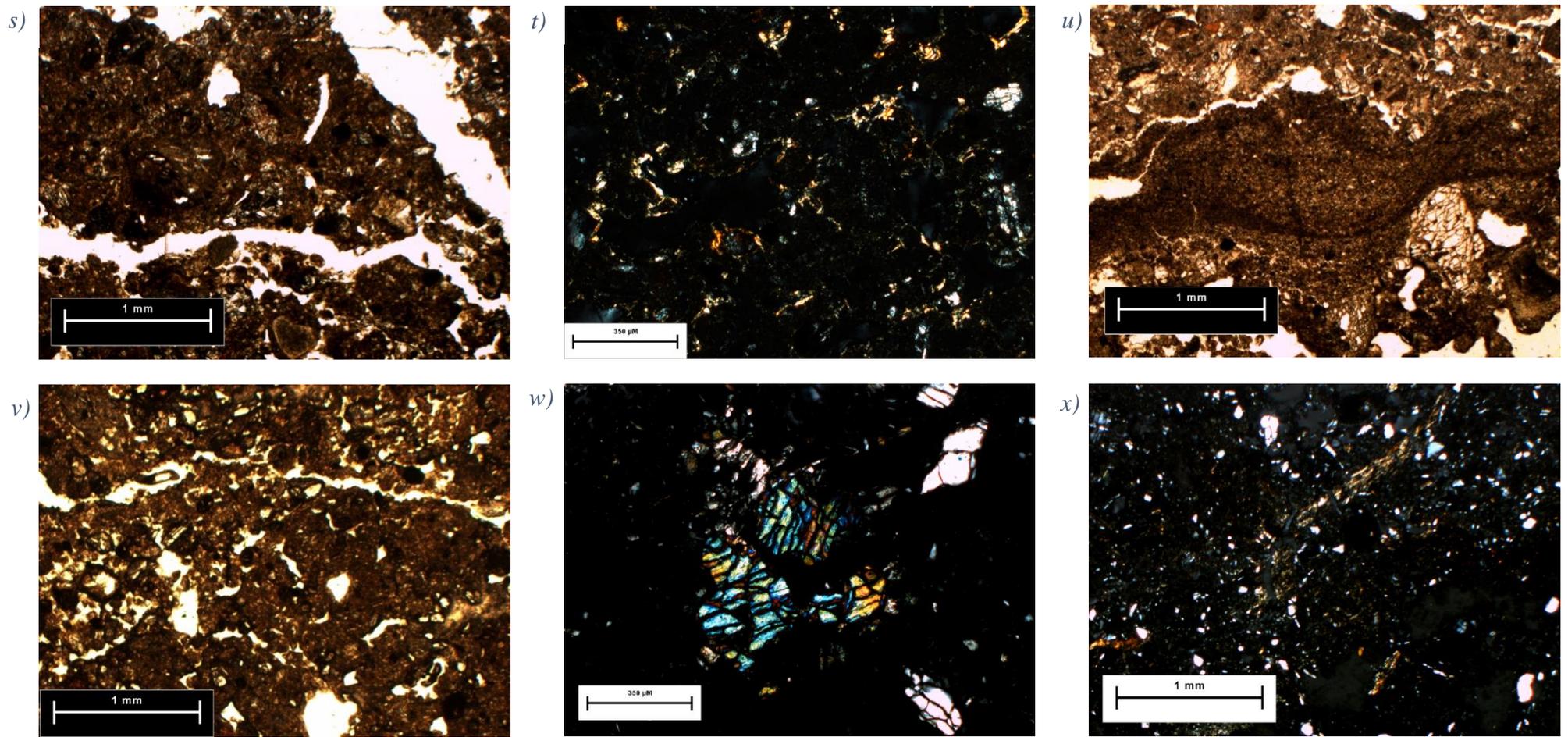


Figura 13. Micromorfología. Capa E4: a) Fragmento de vegetal fresco (LN, 10x), b) Fragmento de material óseo (LN, 10x); Capa E5: c) Microestructura granular (LN, 2x), d) Pómez intemperizada (LN, 2x), e) Fragmento de piso retrabajado (LN, 2x); Capa E6: f) Carbón con huellas de intemperismo (LN, 2x), g) Nódulo de óxido de hierro (LN, 2x); Capa E7: h) Microestructura en bloques subangulares (LN, 2x), i) Cután de iluviación (NX, 2x), j) Costra de suelo retrabajada (LN, 2x); Capa E8: k) Pómez con profundas huellas de ataque (LN, 4x), l) Nódulo de óxido de hierro (LN, 2x); Capa E9: m) Mineral olivino con huellas de ataque (LN, 2x), n) Resto de vegetal carbonizado (LN, 4x), o) Poro con hiporrevestimiento de arcillas y óxidos de Fe y Mn (LN, 4x); Capa E10: p) Abundancia de restos carbonizados (LN, 2x), q) Hiporrevestimiento de poro con partículas de arcilla y óxidos de Fe y Mn (LN, 4x), r) Neoformación de arcillas (NX, 2x); Capa E11: s) Microestructura en bloque subangular (LN, 2x), t) Rasgos de iluviación de arcillas (NX, 4x), u) Costras retrabajadas de suelo (LN, 2x); Capa E12: v) Microestructura en bloques subangulares (LN, 2x), w) Mineral intemperizado (NX, 4x), x) Rasgos de iluviación de arcillas (NX, 2x).

5.4. Límites

Para la descripción de los límites se seguirá la metodología propuesta por Ward *et al.* (2017) señalando las observaciones a macro, meso y microescala. Se procedió a estudiar los primeros 3 mm de los límites adyacentes a la región superior e inferior de cada muestra, siguiendo las recomendaciones de Rentzel *et al.* (2017) y Milek (2012) cuya principal propuesta es reconocer cambios discretos en la porosidad.

En general, a escala macro, el principal atributo que se puede reconocer en campo es el evidente cambio de coloración presente entre las capas observadas, así como la existencia de límites abruptos y horizontales. A escala meso, el principal rasgo a notar es el cambio de coloración, de textura y de porosidad. A escala micro, los rasgos micromorfológicos a resaltar son aquellos producto de la compactación, entre los que destacan la orientación horizontal de algunas partículas, como los carbones.

A continuación, se muestran los resultados del estudio micromorfológico y microestratigráfico de cada uno de los límites entre capas de la Estela.

E4-E5

A escala macro, E4 y E5 están divididos por un límite horizontal difuso (Figura 14a).

A escala meso se observa la existencia de dos límites horizontales abruptos (Figura 14b). Se puede reconocer en la zona adyacente al límite una cuña de coloración más clara que coincide con una zona de fractura orientada horizontalmente, la cual genera agregados prismáticos (Figura 14c).

El carbón es abundante en la zona y posee una orientación horizontal (Figura 14d).

A escala micro, el límite es horizontal y abrupto, la compactación es considerable. La microestructura predominante es de tipo granular sin embargo es posible observar algunos bloques subangulares en la zona de fractura (Figura 14e). La fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric*.

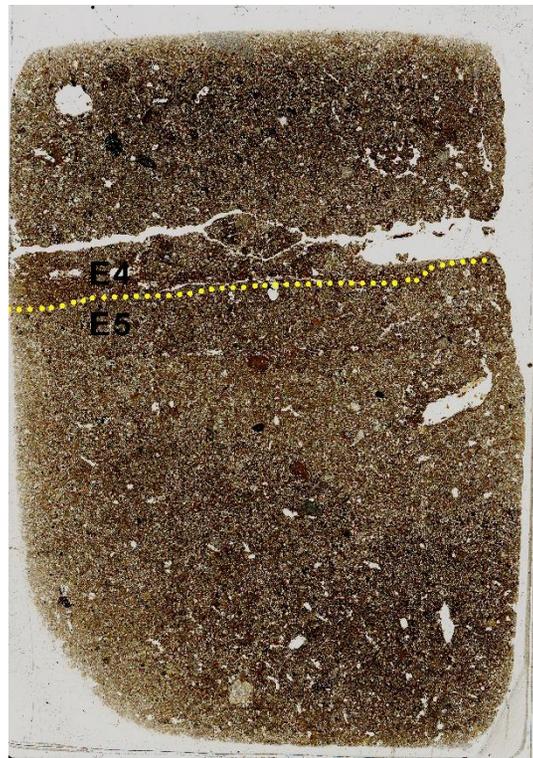
Los poros presentan una morfología policóncava, siendo frecuentes aquellos en forma de canal, y en menor medida en forma de cámara y de morfología vesicular (Figura 14f).

Los minerales se conforman principalmente de plagioclasas y pómez, estos presentan niveles bajos de intemperismo. Los minerales ferromagnesianos forman cierto tipo de laminación.

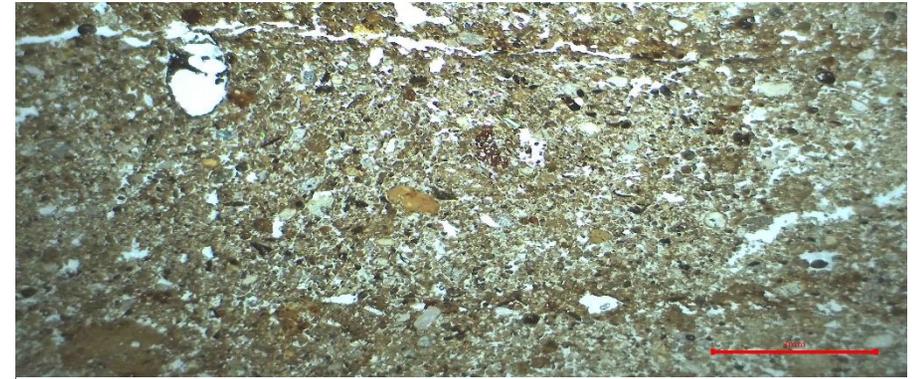
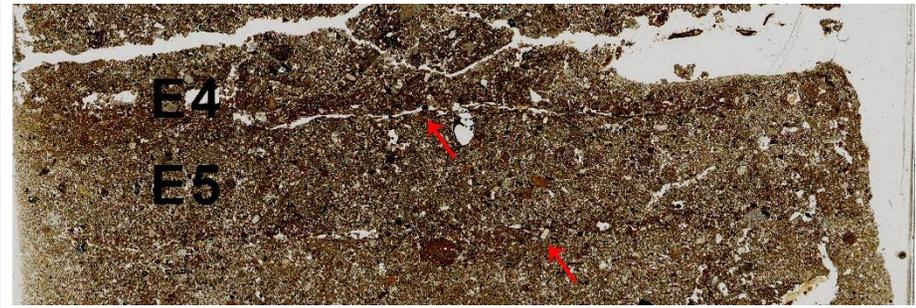
La materia orgánica está presente de manera abundante, y presenta un grado de degradación medio. Los cutanes de iluviación, las pápulas de arcilla y las costras superficiales de suelo son comunes.



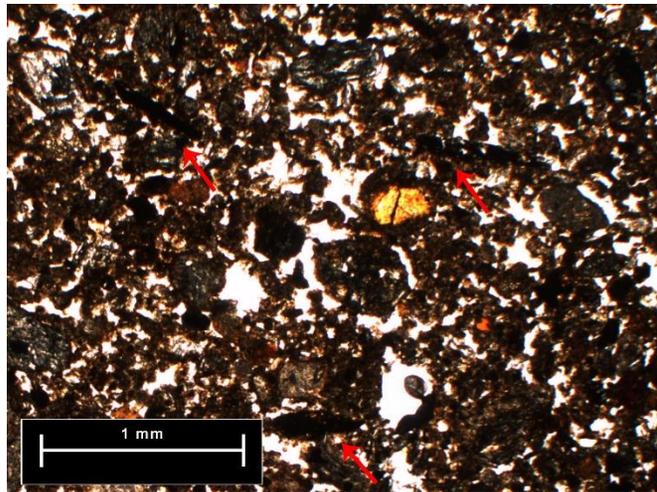
a)



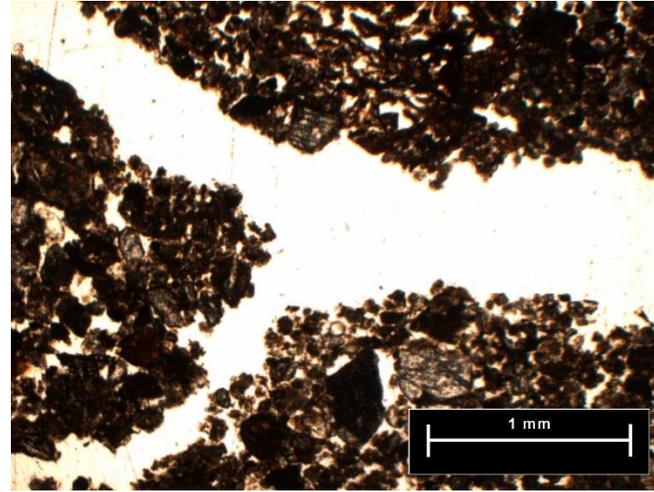
b)



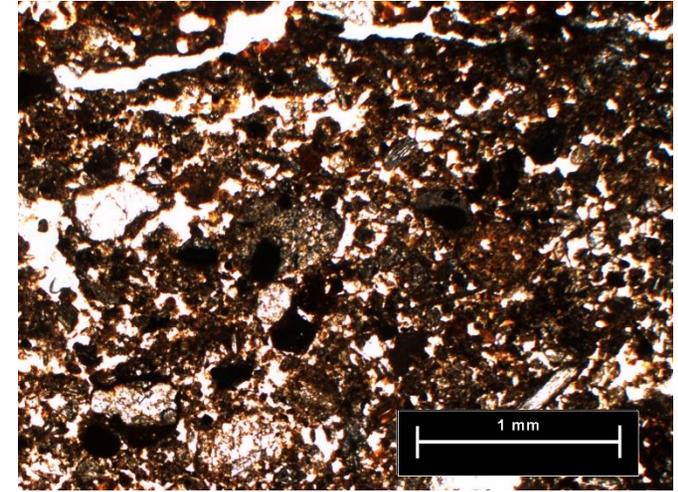
c)



d)



e)



f)

Figura 14. Límite E4-E5: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Zonas de fractura con poros elongados horizontalmente, d) Restos carbonizados orientados (LN, 2x), e) Microestructura (LN, 2x), f) Espacio poroso (LN, 2x).

E5-E6

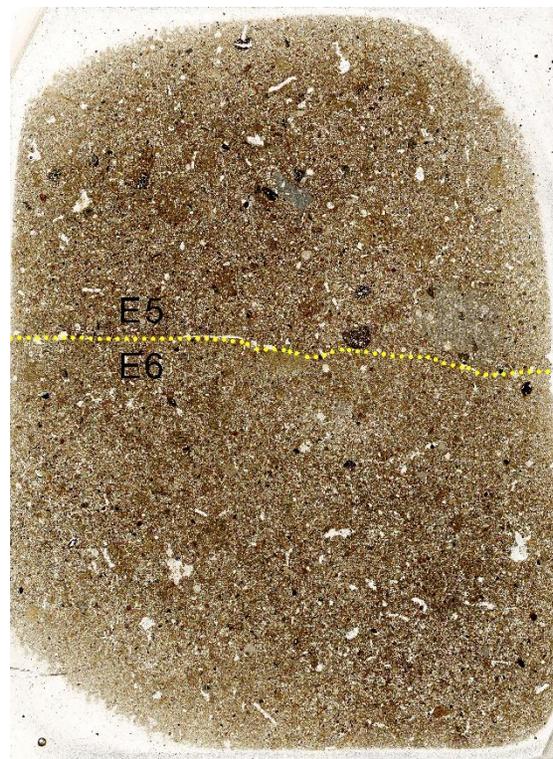
A escala macro el límite es horizontal y abrupto (Figura 15a).

A escala meso la zona del límite posee un evidente grado de compactación en la zona límite de E6 (Figura 15b), además una zona de fractura horizontal divide las dos capas (Figura 15c).

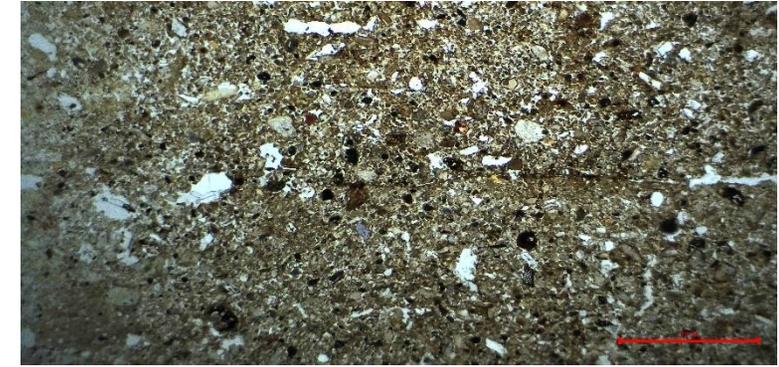
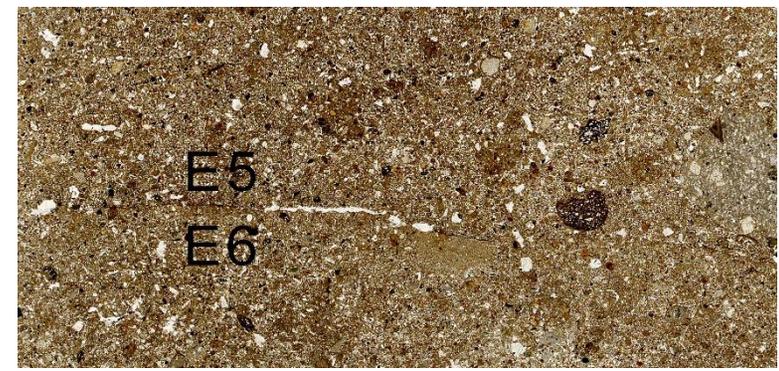
A nivel micro se observa microestructura granular a esponjosa, la fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric* tendiendo a enaulica. Los poros poseen una morfología preponderante de vesículas. El carbón es poco abundante y con bajos niveles de intemperismo. Los minerales principalmente se conforman de plagioclasas, anfíboles, pómez y en menor grado algunos ferromagnesianos, presentando niveles bajos de intemperismo y una orientación horizontal paralela (Figura 15d). Los óxidos se presentan mayormente impregnados y con forma de laminación que se extienden sobre la zona del límite (Figura 15e). La materia orgánica está ausente. Las pápulas y cutanes de iluviación de arcilla son poco frecuentes mientras que las costras de suelo *in situ* son frecuentes (Figura 15f). Probable presencia de material óseo con una diversidad de tamaños y estados de conservación.



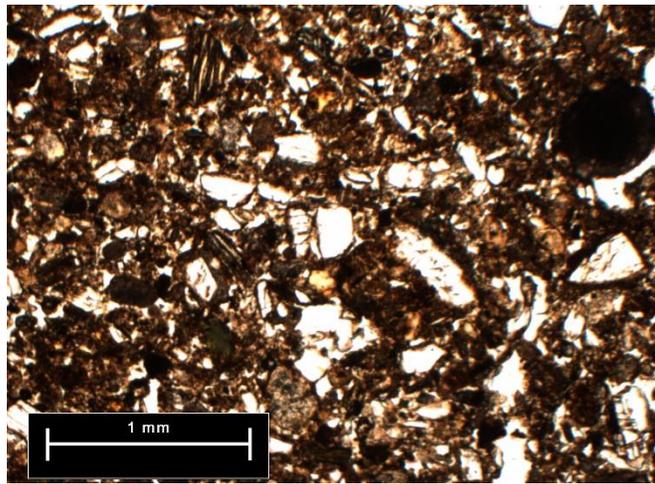
a)



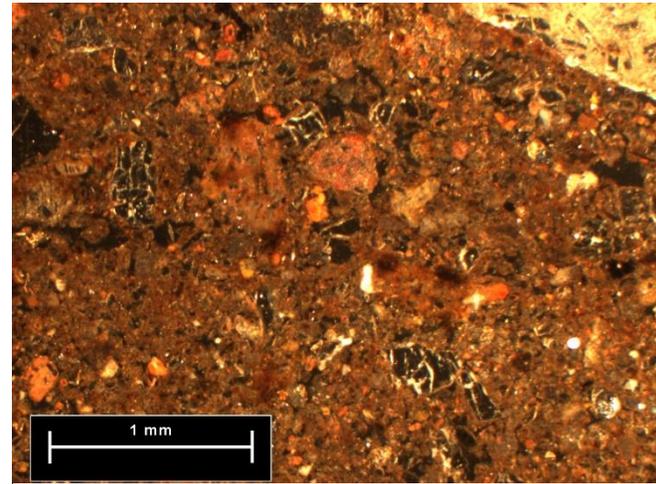
b)



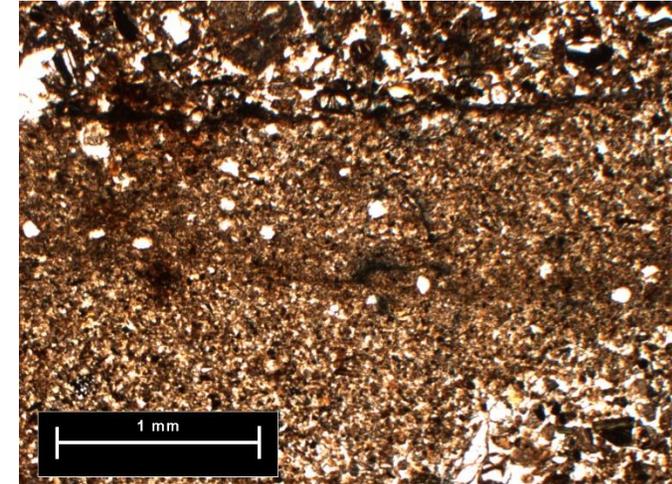
c)



d)



e)



f)

Figura 15. Límite E5-E6: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Zona de fractura, d) Minerales orientados (LN, 2x), e) Óxidos de hierro laminares (LR, 2x), f) Costra de suelo (LN, 2x).

E6-E7

A nivel macro el límite es horizontal abrupto y claro (Figura 16a).

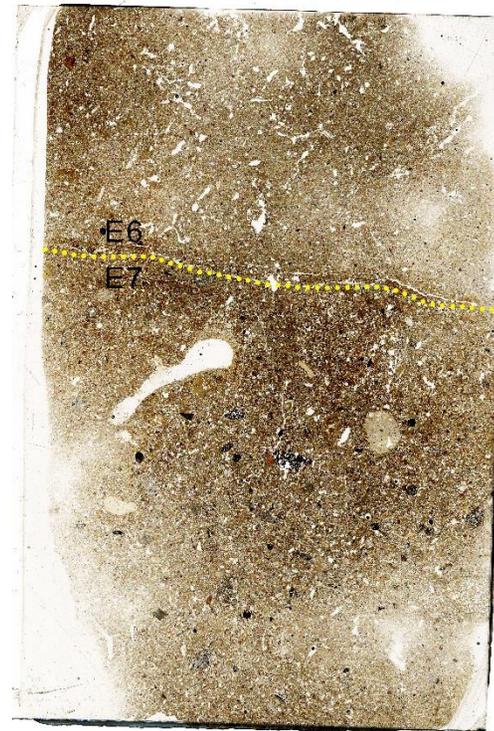
A nivel meso se observan una serie de laminaciones que se orientan de forma horizontal paralela respecto al límite (Figura 16b); visualmente podríamos indicar la existencia de una microestructura laminar (Figura 16c).

A nivel micro, microestructura granular con una fracción fina/gruesa *single spaced porphyruc*, los poros forman canales y en menor grado son de forma vesicular (Figura 16d).

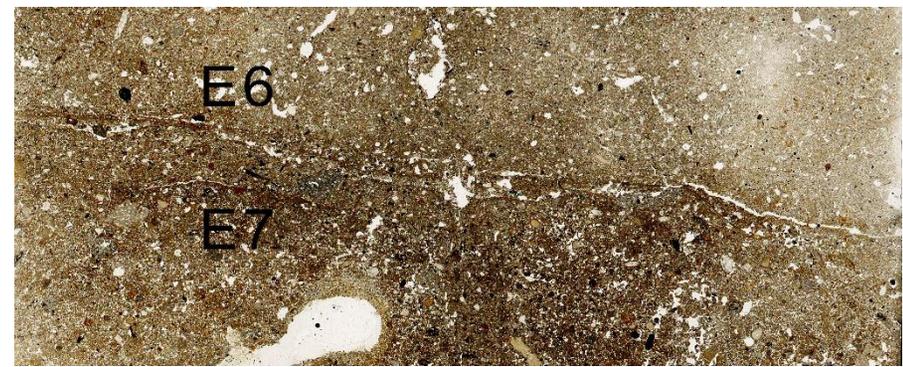
El carbón está presente en abundancia media, mantiene una orientación horizontal respecto al límite y un grado de alteración significativa (Figura 16e). Los principales minerales son plagioclasas y pómez con huellas de degradación, así como una ligera orientación horizontal respecto al límite (Figura 16f). Las costras superficiales de suelos están presentes en un grado de abundancia medio. Posible presencia de material óseo.



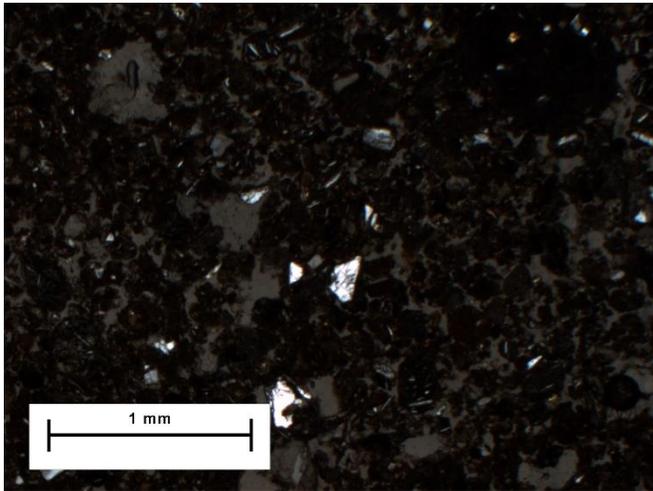
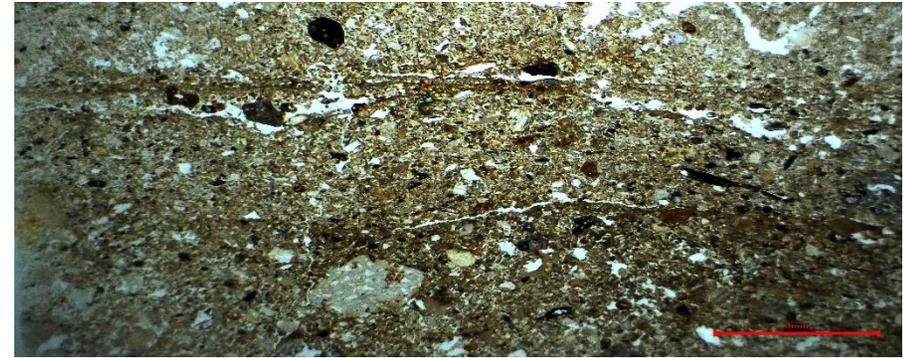
a)



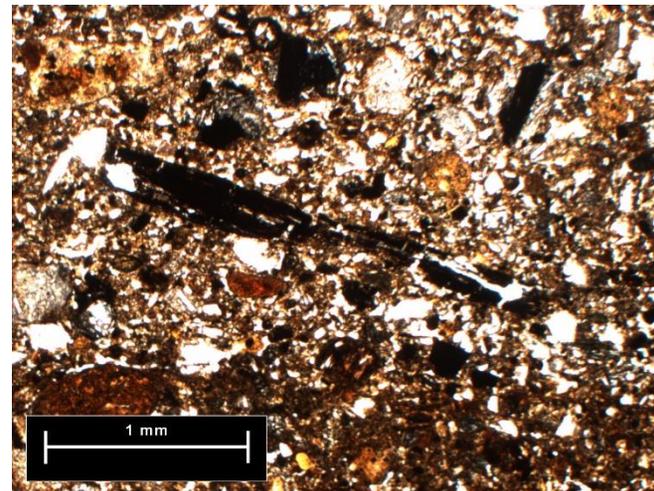
b)



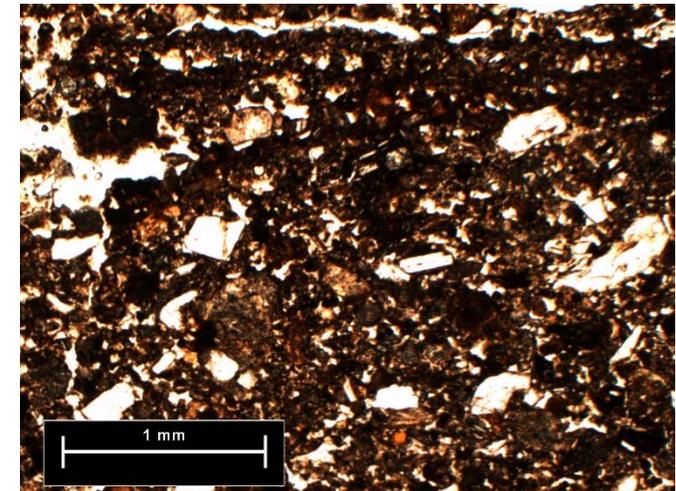
c)



d)



e)



f)

Figura 16. E6-E7: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Microlaminaciones y zona de fracturas, d) Microestructura (NX, 2x), e) Carbón orientado (LN, 2x), f) Detalle de microlaminaciones y orientación común de los minerales (LN, 2x).

E7-E8

A nivel macro, límite horizontal abrupto (Figura 17a).

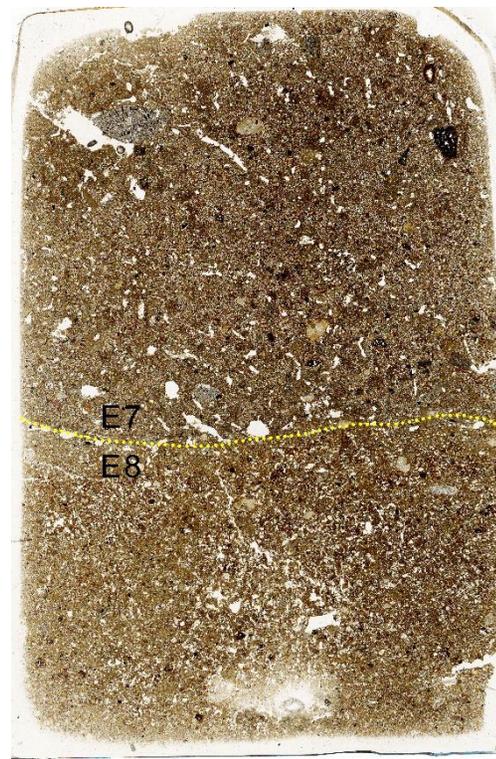
A nivel meso, el límite es difuso (Figura 17b), mientras que en E7 existen grandes zonas con poros en forma de vesículas, E8 muestra una franca disminución en la porosidad (Figura 17c). También, se pueden observar zonas de fracturas horizontales y verticales (Figura 17c).

A nivel micro se observa una microestructura granular con la fracción fina/gruesa tipo *single spaced prophyric*. El rasgo más notorio que define el límite entre capas es una matriz más abundante de óxidos en E7, mientras que en E8 se observa una menor incidencia (Figura 17d).

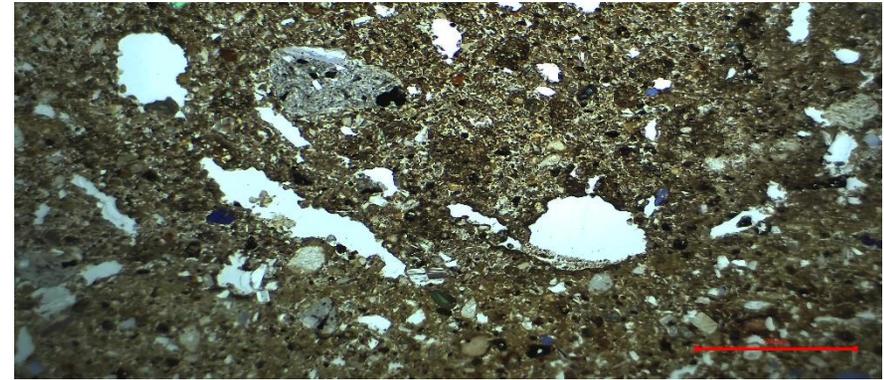
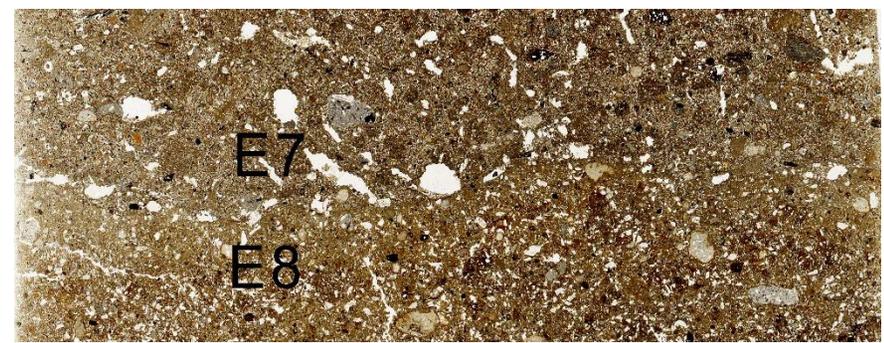
El espacio poroso posee una morfología policónca; mientras que E7 muestra poros en forma de cámara, E8 exhibe formas vesiculares y canales que en algunas regiones forman microlaminaciones (Figura 17e). El carbón es poco frecuente y con considerables huellas de intemperismo. Los minerales principales son la pómez, las plagioclasas y los ferromagnesianos. Los minerales se encuentran horizontalmente alineados respecto al límite. Los óxidos de hierro se encuentran principalmente impregnando la matriz y en menor grado en forma de nódulos redondeados. Los minerales secundarios se encuentran en mayor grado en forma de pápulas y son poco frecuentes. Los fragmentos reabajados de suelo son comunes en la zona (Figura 17f). Se identificaron posibles fragmentos de hueso.



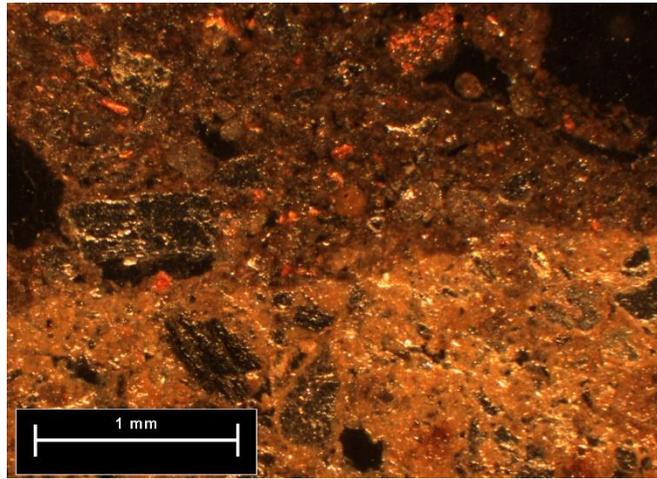
a)



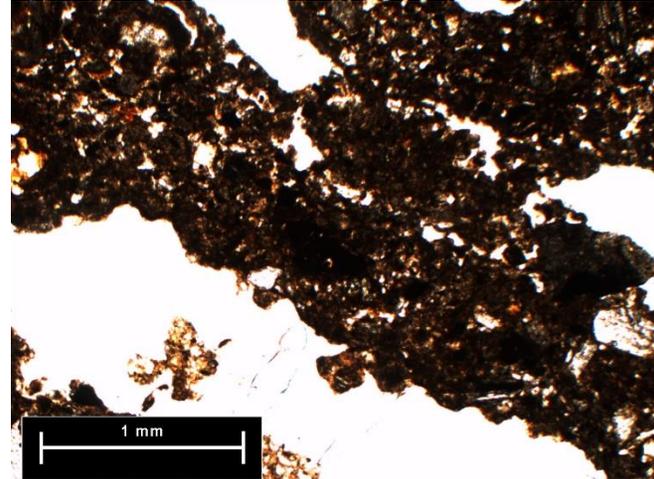
b)



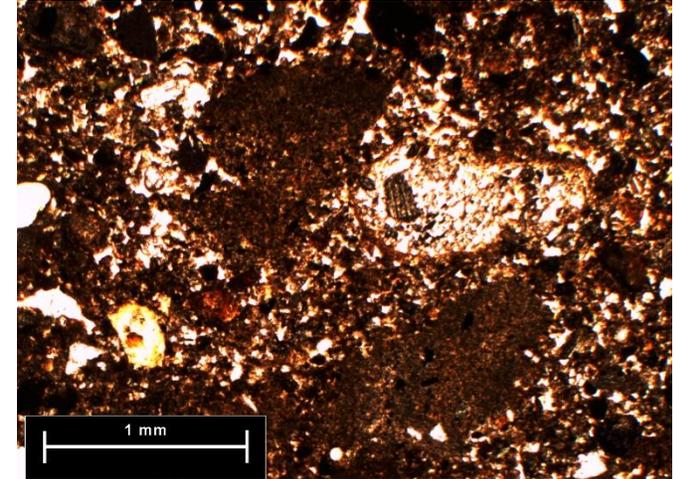
c)



d)



e)



f)

Figura 17. Límite E7-E8: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Detalle de límite, nótese la reducción de la porosidad en E8, d) Matriz rica en óxidos de Fe (LR, 2x), e) Microestructura (LN, 2x), f) Fragmentos retrabajados de suelo natural (LN, 2x).

E8-E9

A nivel macro, el límite es abrupto y claro, destacando el cambio en la coloración (Figura 18a).

A nivel meso, el contacto se distingue por la gran zona de fractura que se extiende horizontalmente por la muestra (Figura 18b), además de la existencia de zonas de fisuras en disposición vertical y subhorizontal (Figura 18c). La disminución de la porosidad sobre el límite de E9 es otro rasgo notable.

A nivel micro se identifica con mayor detalle el espacio poroso que forma agregados subangulares (Figura 18d).

En general la fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric*. El color es pardo rojizo. Abundancia de poros en forma de canal, en menor medida vesiculares y en forma de cámara. El carbón se encuentra fragmentado, estando presente en una frecuencia alta y con niveles medios de intemperismo.

Los minerales presentes son plagioclasas, pómez y piroxenos. Estos minerales presentan niveles medios de intemperismo, con evidentes huellas de ataque, además de poseer una orientación común en relación al límite.

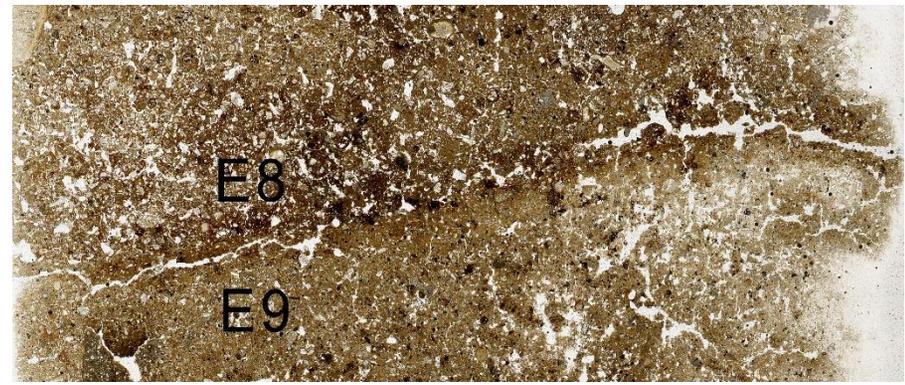
Los óxidos de hierro se encuentran principalmente en forma de nódulos redondeados y complejos. La presencia de minerales secundarios de arcilla son comunes en forma de pápulas y rasgos de iluviación es común (Figura 18e). Los fragmentos retrabajados de suelo natural son abundantes (Figura 18f).



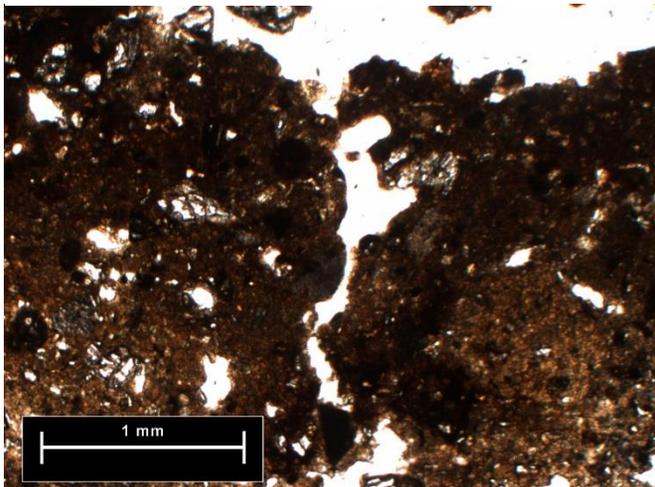
a)



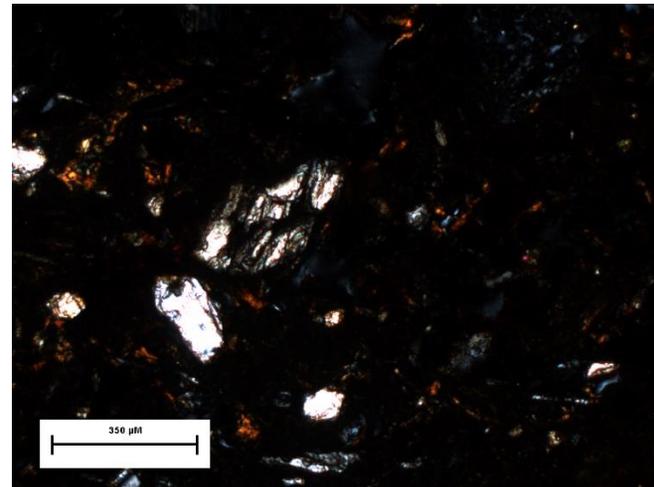
b)



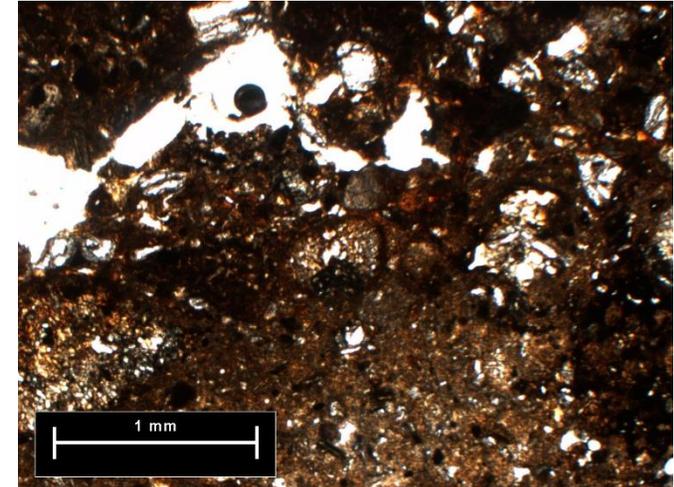
c)



d)



e)



f)

Figura 18. Límite E8-E9: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Detalle de límite nivel meso, véase la zona de fractura y los poros elongados horizontal y verticalmente, d) Detalle de microestructura y espacio poroso (LN, 2x), e) Rasgos incipientes de iluviación de arcillas (NX, 4x), f) Fragmento retrabajado de suelo natural (LN, 2x).

E9-E10

A escala macro, límite abrupto aunque difuso (Figura 19a). En el perfil se pueden observar fragmentos de carbón y gravillas. En este contacto se describió una cuña que se extiende en dirección sur.

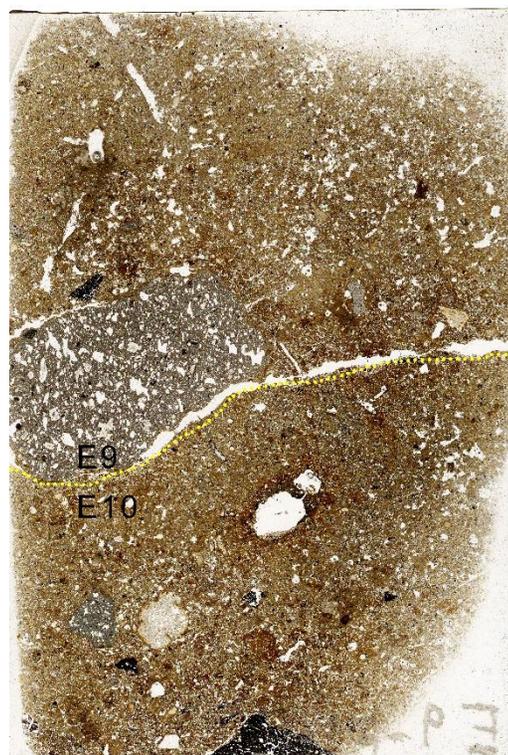
A escala meso el contacto se distingue por una gran zona de fractura horizontal (Figura 19b). Se observa un gran lítico en la región (Figura 19c).

A nivel micro la microestructura es granular. La relación fracción fina/gruesa es *single spaced porphyric*. Las capas están divididas por una zona de fractura que contiene gran abundancia de poros en forma de cámara y canal, el principal de ellos contiene un relleno parcial con gran cantidad de detritos posiblemente ocasionados por bioturbación (Figura 19d). También se observa un lítico de tamaño considerable localizado en el límite inferior de la capa E9. Dentro de este límite se destaca la gran abundancia de microcabrones con poco intemperismo.

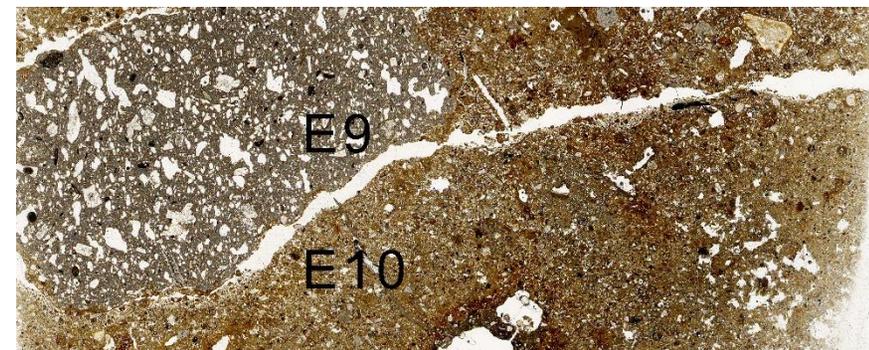
Los principales minerales presentes son las plagioclasas y pómez, en menor grado los anfíboles, los niveles de intemperismo de estos minerales son medios. Su disposición presenta una probable orientación (Figura 19e). Los óxidos de hierro y manganeso así como recubrimientos arcillosos trasladados se encuentran principalmente en forma de hiporrevestimientos en algunos poros (Figura 19f). Los rasgos de iluviación son poco frecuentes, mientras que las costras superficiales de suelo están presentes en una abundancia media.



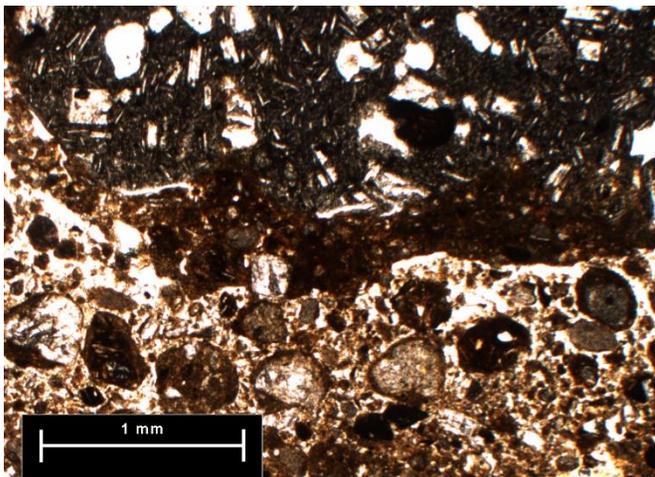
a)



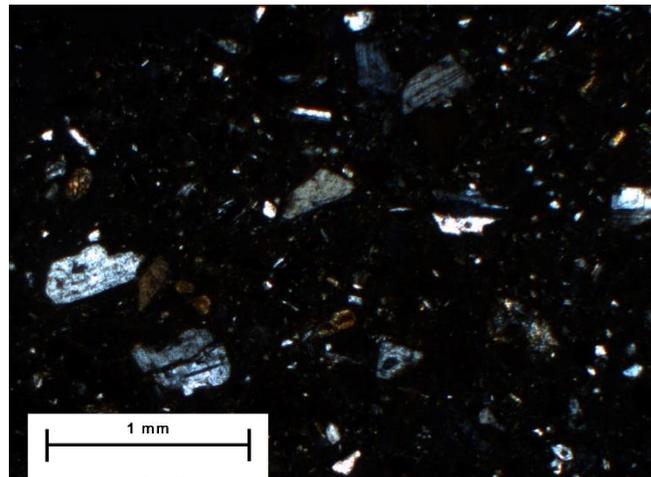
b)



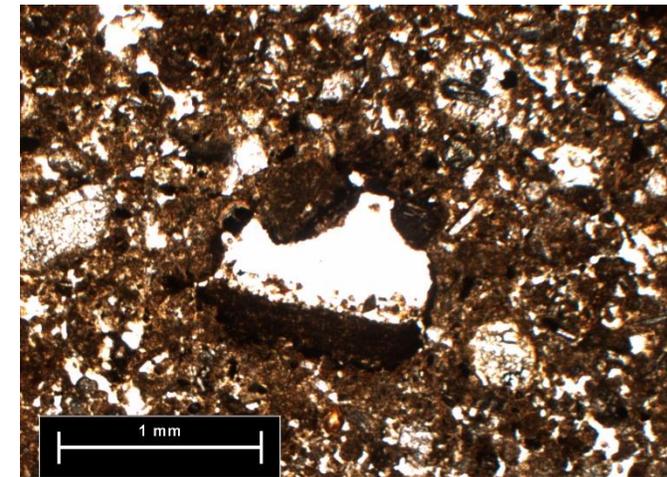
c)



d)



e)



f)

Figura 19. Límite E9-E10: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Detalle de límite nivel meso, obsérvese la zona de fractura, d) Detalle de detritos saturando el espacio poroso (LN, 2x), e) Orientación de la fracción mineral (NX, 2x), f) Detalle de poro con hiporrevestimientos de Fe y arcilla traslocada (LN, 2x).

E10-E11

A nivel macro, el límite es horizontal difuso (Figura 20a).

A nivel meso, el contacto entre capas se distingue por una gran zona de fractura (Figura 20b) y la presencia frecuente de poros en forma de canal que cruzan la muestra (Figura 20c).

A nivel micro el rasgo más evidente entre capas es el cambio en la porosidad; E10 tiene una estructura más granular mientras que E11 es más esponjosa, ambos presentando niveles de compactación bajos (Figura 20d). La fracción fina/gruesa es *single spaced fine enaulic*. Abundancia de poros en forma de canal y en menor medida en forma de cámara y vesículas. Poca abundancia de carbón.

Los minerales más abundantes son anfíboles, plagioclasas y pómez; todos ellos muestran un pronunciado grado de alteración, con huellas de ataque profundas (Figura 20e) y una pobre orientación en torno al límite. Los óxidos de hierro son comunes, estando presentes en forma de impregnaciones en la matriz.

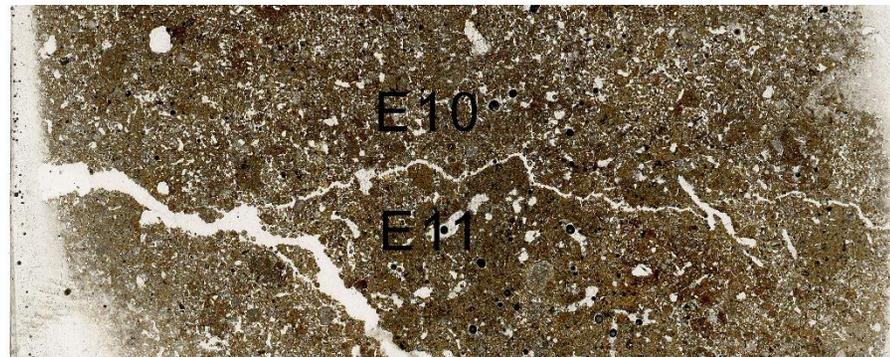
A lo largo del límite se observan rasgos de iluviación de arcillas (Figura 20f).



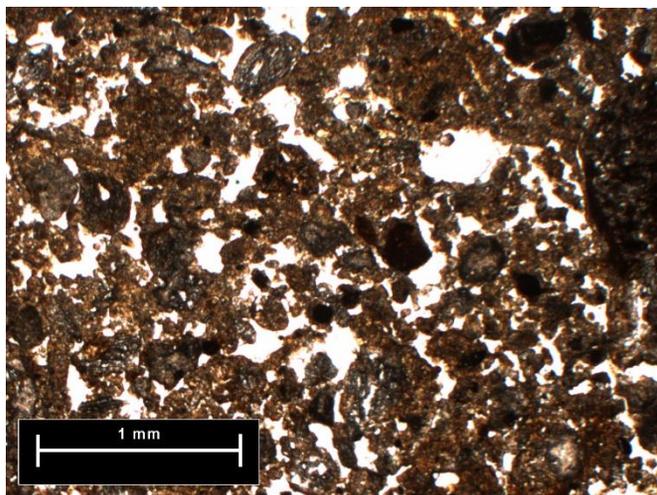
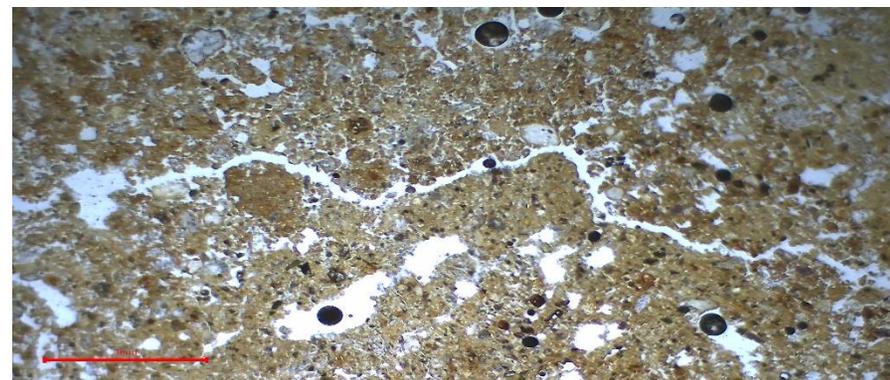
a)



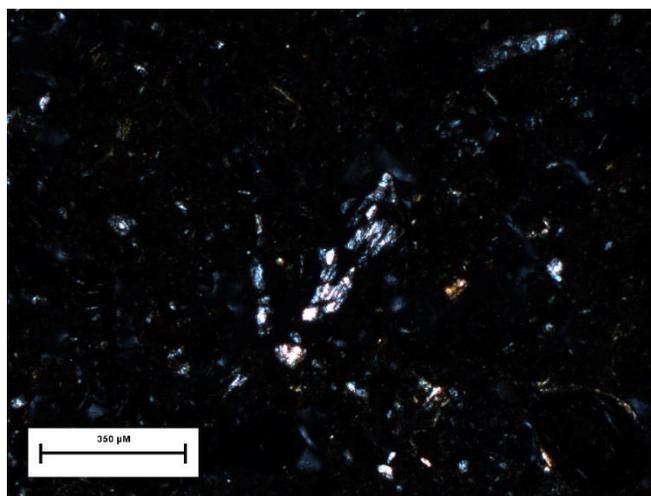
b)



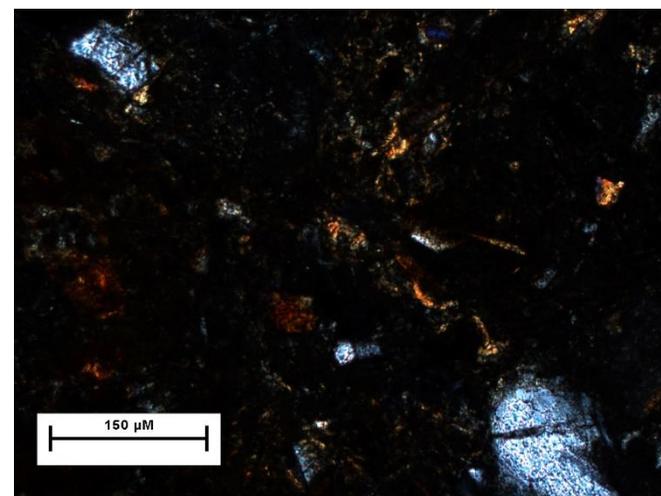
c)



d)



e)



f)

Figura 20. Límite E10-E11: a) Límite nivel macro, b) Límite nivel meso, c) Detalle límite nivel meso, la zona de fractura corre horizontal por la muestra, d) Microestructura (LN, 2x), e) Rasgos de iluvación de arcillas (NX, 10x), f) Fragmento de mineral intemperizado (NX, 4x).

E11-E12

A nivel macro el límite es difuso y poco perceptible (Figura 21a).

A nivel meso, el límite continua siendo difuso (Figura 21b) aunque se reconoce por los cambios percibidos en el espacio poroso; mientras que en E11 existen poros vesiculares de tamaño considerable, en E12 se reduce la porosidad y su disposición tiende a elongarse horizontalmente, formando microlaminaciones (Figura 21c).

A nivel micro se registra un límite gradual, siendo el único de este tipo en todo el perfil. Se observan bajos niveles de compactación. Microestructura en bloques subangulares, con abundancia de poros en forma de canales interconectados que conforman una disposición prismática (Figura 21d). La fracción fina gruesa es *closed fine enaulic*. Los poros en su mayoría presentan una morfología en forma de canal y de vesículas, que en algunas zonas tienden a una disposición laminar

En la muestra hay muy poco carbón con un alto intemperismo. Los minerales presentes en la zona son plagioclasas y pómez con procesos de intemperismo muy pronunciados, presentando profundas huellas de ataque (Figura 21e). Los óxidos de hierro y manganeso son comunes y se presentan en forma de nódulos e impregnados en la matriz. Los cutanes de iluviación de arcilla son muy abundantes y forman hiporrevestimientos en los poros (Figura 21f).

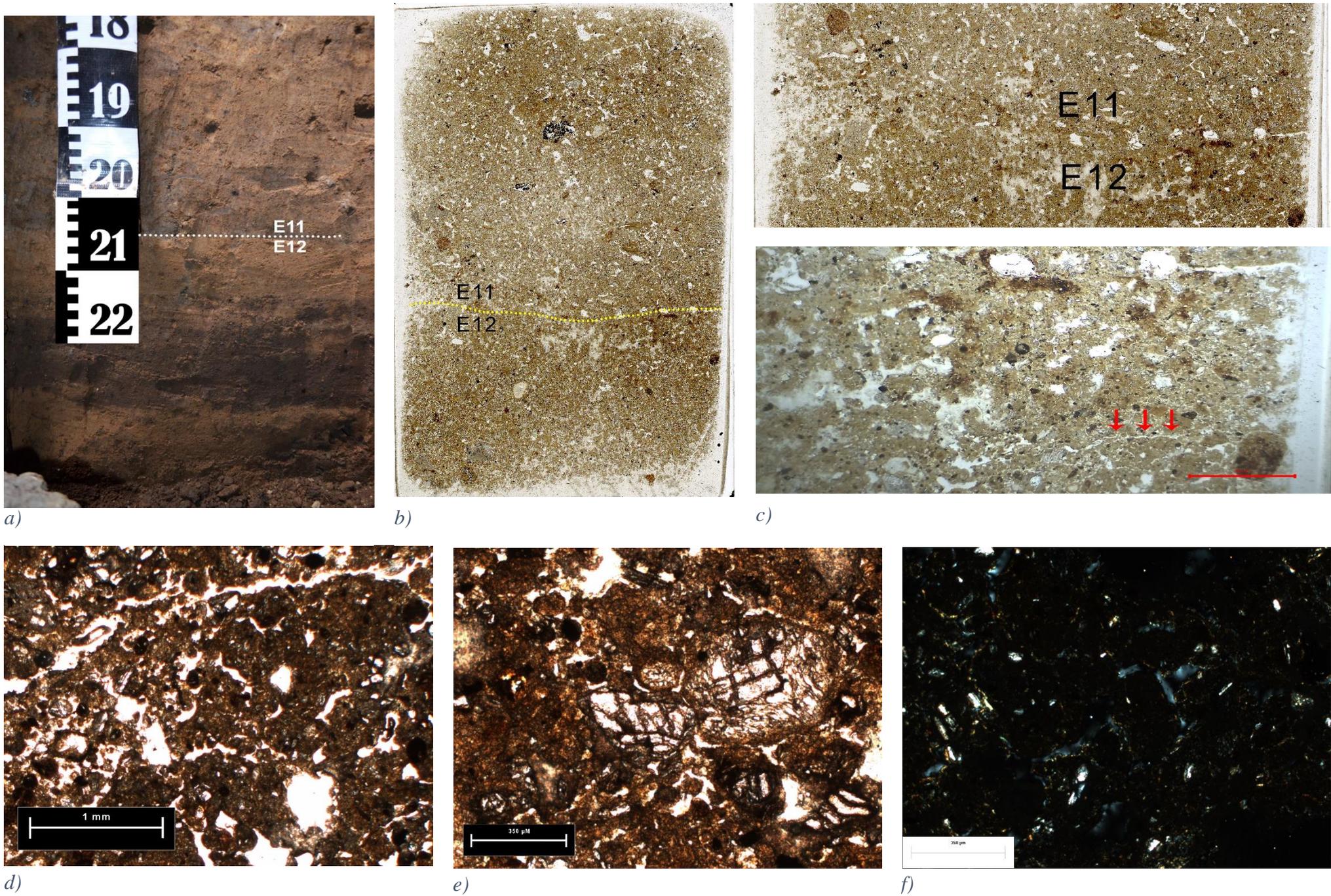


Figura 21. Límite E11-E12: a) Nivel macro, b) nivel meso, c) Detalle de nivel meso, obsérvese el cambio de porosidad y la zona de poroso elongados horizontalmente, d) Microestructura (LN, 2x), e) Mineral con huellas de ataque (LN, 4x), f) Rasgos de iluviación de arcillas (NX, 10x).

5.5. Micromorfometría

Los resultados obtenidos mediante el análisis micromorfométrico confirman una reducción importante del espacio poroso en los primeros tres milímetros de la zona adyacente al límite superior en oposición a la zona del límite inferior.

En general, todas las capas del perfil muestran una reducción del espacio poroso entre el límite superior e inferior. (Véase tabla 2).

En E5-E6 se muestra una pronunciada disminución de la porosidad en la porción superior de E6, con un valor total del 4%. E10 ofrece los mismos valores que E6, aunque en comparación con su límite inferior, no existen grandes discrepancias.

E7 muestra valores de porosidad equivalente tanto para su límite superior como inferior.

En el caso de E11, en su porción superior, se observan valores cercanos al 16 % debido a las grandes zonas de fractura presentes en el límite en contraparte con la zona inferior, que obtuvo valores totales de porosidad del 29 %, mientras que E12 obtuvo valores de porosidad del 11 % en la porción superior de la muestra; a pesar de ser las capas analizadas más profundas, los valores sostienen una fuerte reducción del espacio poroso.

En la siguiente tabla se muestran los valores de porosidad superior e inferior del contacto entre capas obtenidos a lo largo del perfil de la Estela:

Capa	% de porosidad superior e inferior
E4	
	7 %

E5	5 %	←
	12 %	
E6	4 %	←
	22 %	
E7	9 %	←
	9 %	
E8	7 %	←
	10 %	
E9	7 %	←
	16 %	
E10	4 %	←
	11 %	
E11	16 %	←
	29 %	
E12	11%	←

← Disminución de la porosidad en relación con la capa superior

Tabla 2. Valores obtenidos del espacio poroso resultado del análisis micromorfométrico.

5.6. Conclusiones

Los resultados expuestos en este capítulo conforman una síntesis completa de los análisis efectuados a las láminas delgadas. La división de los resultados conforma un esfuerzo metodológico por desarrollar un estudio holístico de los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela; siguiendo la recomendación de Ward *et al.* (2017) sobre la utilización de la escala macro, meso y micro para el análisis de las muestras, dividimos los resultados en:

- a) escala macro, considerando los rasgos observados directamente en el perfil de la Estela, ejemplo es la descripción de las capas mediante la coloración y el límite de los estratos;
- b) escala meso, considerando el límite entre capas visualizado a través de la lámina delgada mediante objetivos bajos (.64x) con la finalidad de reconocer cambios discretos en la secuencia microestratigráfica;
- c) escala micro, considerando propiamente los rasgos micromorfológicos observados mediante objetivos de mayor aumento (2x, 10x 40x) con la finalidad de observar con detalles rasgos micromorfológicos de relevancia para nuestra investigación.

Por último, el estudio micromorfométrico enfocado en el análisis de la porosidad fue relevante para el estudio de los primeros milímetros de los contactos entre capas. Los principales fenómenos observados fueron una franca disminución en el espacio poroso de los 3 primeros milímetros de los límites entre capas en relación a las otras regiones adyacentes.

La finalidad última de exponer los resultados de manera particular fue la de mostrar, de forma intensiva, las características observadas para profundizar en la descripción de los rasgos en el siguiente capítulo.

Capítulo 6. Discusión

La dificultad que representa el estudio de contextos arqueológicos en Cuicuilco debido a sus condiciones geológicas obliga a realizar investigaciones multidisciplinarias; en este rubro la micromorfología ayudó a responder la pregunta de investigación de esta tesis mediante la caracterización de los materiales pedosedimentarios asociados a la estela con la finalidad de identificar los procesos antrópicos inmersos en ellos.

6.1. Identificación de los procesos de formación

Los factores de formación son aquellos que crean el registro arqueológico. Estos factores incluyen los culturales y los naturales; ambos factores en conjunto crean y modifican los depósitos arqueológicos en diferente grado (Mandell *et al.* 2017). Para poder determinar la naturaleza de los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela, es importante inferir los procesos de formación presentes en ellos.

Retomando a Schiffer (1983) sobre su premisa acerca de determinar dichos procesos para poder entender la génesis de los depósitos arqueológicos, para esta investigación fue necesario identificar y contabilizar de forma semicuantita los rasgos naturales y de origen antrópico observados en las láminas delgadas.

Una vez identificados los rasgos predominantes de formación presentes en los sedimentos asociados a la Estela, se procedió a sintetizar la información que se presenta en la Figura 22, que engloba el bosquejo de los rasgos elegidos para esta investigación.

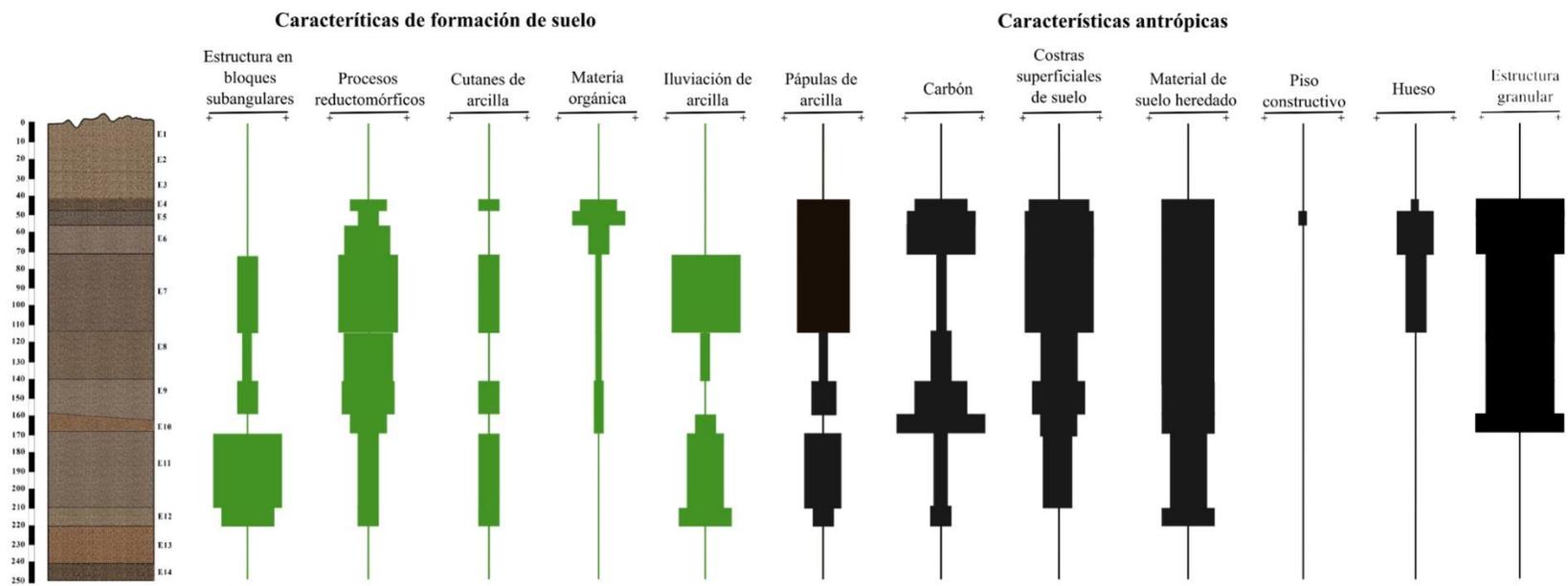


Figura 22. Síntesis de los rasgos semicuantitativos observados durante el estudio micromorfológico.

6.1.1. Procesos naturales de formación

Los factores de formación naturales incluyen aquellos procesos provenientes de fenómenos físicos, químicos o biológicos que eventualmente afectan el contexto y su contenido cultural (Mandell *et al.* 2017).

En el caso de la Estela, la composición mineralógica de las capas que cubren la estructura muestra un patrón típico de suelos de origen volcánico. Estudios preliminares desarrollados por Ibarra-Arzave (2015, 2019) y Solleiro-Rebolledo *et al.* (2016) lograron identificar antiguos paleosuelos tipo Luvisol y Andosol en los alrededores de Cuicuilco. Mediante diversos estudios, se ha comprobado que estos horizontes edáficos sepultados provenientes de zonas circundantes fueron utilizados como materiales constructivos en sectores estratégicos del núcleo cívico de la ciudad (Ibarra-Arzave 2015). Las características micromorfológicas de estos suelos contienen varios rasgos que han sido observados en las muestras de esta investigación, por ello podemos deducir que los rellenos asociados a la Estela podrían provenir de algunos suelos antiguos existentes en las zonas cercanas al núcleo cívico de Cuicuilco.

Las características y rasgos de iluviación de arcillas que se han logrado identificar en las muestras son típicos de horizontes relacionados con suelos de mayor grado de evolución (*Soil Survey Staff* 1999). De nuevo, una caracterización realizada por Ibarra-Arzave (2015) determinó la existencia de un suelo tipo Luvisol de c. 19425 Cal BP en zonas circundantes de Cuicuilco, cuyas características primordiales son el desarrollo de un horizonte *Bt*. Las capas inferiores del perfil (E10-E12) son las que muestran en mayor medida rasgos de iluviación de arcillas (Figuras 13o, r, t, x), así como una microestructura en bloques subangulares, típicos de suelos con un alto grado de

evolución como los tipo Luvisol lo cual podría indicar una utilización de estos horizontes edáficos en algún momento de la historia del depósito de la Estela.

Otro de las características consideradas fueron los fragmentos re TRABAJADOS de suelo natural, su presencia a lo largo de todo el perfil corresponde a lo que Cammas (2018) denomina pedorelicto, lo que nos muestra el posible origen de los materiales utilizados para los rellenos de la Estela. Los pedorelictos son encontrados comúnmente en todas las capas, poseen una morfología redondeada su composición mineralógica es homogénea y contiene un índice de porosidad similar en todos los casos. Aunque no está claro si la agregación del suelo presente en estas zonas es heredada de los materiales originales o desarrollada *in-situ*, estos rasgos pueden ser plenamente considerados como indicador del origen edáfico de estos materiales pedosedimentarios.

Los rasgos reductomórficos fueron considerados debido a su situación dentro de la matriz. Si bien, es difícil conocer si se desarrollaron o no *in-situ*, su existencia podría deberse a las condiciones de alta humedad presentes en esta región de la Cuenca en el pasado (Ibarra-Arzave 2015; Solleiro-Rebolledo *et al.* 2016; Sandoval 2019). Su presencia en algunos poros de las muestras (E10) (Figura 13q) junto con partículas sedimentarias finas, podría indicar una traslocación producto de las precipitaciones que saturaron los poros de agua dando paso a la formación de óxidos de hierro y manganeso que impregnaron los poros y la matriz (Shillito y Ryan 2013). Otro caso sería que estos rasgos fueron heredados del material original, transportados y depositados en este sitio.

Respecto a la materia orgánica localizada en las capas superiores (E4, E5, E6) del perfil, observamos fragmentos de tejido vegetal semi degradados. La materia orgánica vegetal está presente sobre todo en los horizontes superficiales de los suelos jóvenes tipo Andosol (*Soil Survey Staff* 1999), este tipo de suelo ha sido reportado en la región en horizontes sepultados (Ibarra-

Arzave 2015; Solleiro-Rebolledo *et al.* 2016) lo que podría representar la utilización de este tipo de horizontes en los rellenos constructivos más tardíos que cubrieron la Estela.

6.1.2. Procesos culturales de formación

Los procesos culturales de formación son todas aquellas transformaciones producto de la actividad humana que modifican las propiedades naturales presentes en los depósitos arqueológicos (Mandell *et al.* 2017).

En general a lo largo del perfil se observan edaforasgos retrabajados debido al fuerte impacto antrópico que los materiales experimentaron. Estos rasgos relictos pueden arrojar datos sobre la proveniencia de los materiales derivado de su transporte de zonas circundantes, así como indicar la posible producción y manufactura, aplicación, uso y destrucción (Daneels *et al.* 2022).

Tomando en cuenta que ciertos rasgos de antropización quedan plasmados en la memoria edáfica (Targulian y Goryachkin 2004), su identificación es posible bajo el microscopio petrográfico; entre los factores de formación antrópicos presentes en el depósito asociados a la Estela, podemos comentar varios fenómenos.

Las pápulas de arcilla, los fragmentos retrabajados de suelo y los nódulos redondeados de óxidos de hierro han sido descritos como evidencia de impacto humano en suelos naturales debido a actividades como clareo de bosques, agricultura intensiva y en general debido a la remoción de la cubierta edáfica natural (Goldberg y MacPhail 2006). En el caso del perfil de la Estela, las pápulas de arcilla son observables prácticamente en todo el perfil, aunque en mayor grado se localizan en las capas más superficiales (E4-E7).

En cuanto a los fragmentos re TRABAJADOS de suelo natural, éstos son comunes en todas las capas, presentan una morfología de gránulos muy compactos con partículas que van desde las arcillas hasta las arenas. Estos rasgos relictos provenientes de cuerpos edáficos naturales han sido reconocidos como un atributo característico de una preparación poco cuidadosa de los materiales constructivos relacionados con la arquitectura de tierra (Cammás 2018; Daneels *et al.* 2022) por lo que su presencia en las capas indicaría un impacto antrópico directo en dichos materiales.

En el caso de los nódulos de óxidos de Fe y Mn presentes en abundancias en las capas E7, E9 y E8 muestran una estructura redondeada y bien definida (Figura 13g), debido a su morfología, éstos resaltan de forma considerable de la matriz de suelo, además la redondez de sus bordes indicaría un transporte o la remoción de estos materiales desde su contexto original (Goldberg y MacPhail 2006).

Las costras de suelo re TRABAJADAS son otro elemento representativo de impacto antrópico en estos materiales. Estos edaforrasgos se forman en antiguas superficies naturales desprovistas de vegetación y afectadas por el agua producto de precipitaciones o de sistemas de regadío agrícola (Deák *et al.* 2017). Las costras de suelo se observaron prácticamente en todas las capas asociadas a la Estela, la mayoría de ellas se localizan mezcladas dentro de la matriz y en diferente profundidad. Caso único para mencionar es la capa E6 donde una gran costra de suelo se localiza en el límite entre capas lo cual podría indicar una formación *in-situ* sobre una antigua superficie (Figura 15f).

Con respecto a los restos carbonizados existe un amplio registro dentro de los contextos arqueológicos; su presencia en las capas de la Estela puede considerarse como un rasgo plenamente producto de la actividad humana (Mallol *et al.* 2017). Aunque los restos carbonizados pueden

proceder de factores naturales como los incendios forestales o producto de desecho de actividades humanas no incidentales (ecofatos) cuando se asocian con otras propiedades antrópicas, la probabilidad de que sean producto de desecho incidental aumenta (Mallol *et al.* 2017)

Todos los elementos carbonizados hallados en las muestras provienen de tejidos orgánicos, principalmente de plantas carbonizadas. Su existencia se halla prácticamente en todas las capas, aunque en E10 (Figura 13p) es donde se registra su mayor abundancia. Su integridad y morfología varía respecto la capa de la que proviene, aunque en ninguna muestra se logró identificar algún tipo de microestructura laminar típica de actividades reiterativas realizadas *in-situ* (p.ej. hogueras, fogatas), los indicios apuntan a que todos los restos carbonizados experimentaron retrabajamiento producto de la mezcla y preparación de estos pedosedimentos para su deposición (Mallol *et al.* 2017). En la mayoría de estas partículas carbonizadas se pueden observar las paredes celulares conservadas, aunque es difícil determinar la especie vegetal a la que pertenecían, siguiendo la propuesta de Canti (2017) podemos afirmar que en su gran mayoría provienen de tejidos leñosos duros, tales como troncos de árboles.

En E5 existe un pequeño fragmento de lo que probablemente podría ser el resquicio de un antiguo piso (Figura 13e) que fue removido y redepositado (Stahlschmidt *et al.* 2017) en esta capa de la Estela. Este fragmento posee una microestructura masiva y compacta, orientación horizontal de la fracción mineral, poros vesiculares y una partícula de roca volcánica muy vesicular que probablemente podría ser tezontle. Estos rasgos han sido descritos en pisos constructivos (Rentzel *et al.* 2017). Aunque en otros yacimientos arqueológicos como Teotihuacán la preparación y construcción de pisos ha sido ampliamente descrito y replicado por medio de la arqueología experimental (Murakami 2015) donde rocas volcánicas extrusivas como el tezontle fueron

ampliamente utilizadas en pisos y aplanados, para Cuicuilco no se han reconocido secuencias constructivas que impliquen la preparación y colocación de materiales para la construcción de pisos aunque, algunas exploraciones arqueológicas realizadas en el sector Cuicuilco A y B llevadas a cabo por el proyecto arqueológico Cuicuilco (Ramírez *et al.* 2014) han descrito apisonados y pisos de estuco, no se describe con mayor detalle su secuencia constructiva, ni los materiales utilizados. Si bien no se descarta que el fragmento anteriormente mencionado tenga un origen constructivo distinto, como el de fachadas o ladrillos (Daneels *et al.* 2022) no contamos con datos suficientes para profundizar el análisis.

Por último, un material controvertido en las muestras es probablemente el hueso de origen anatómico desconocido en estado fragmentado y en algunos casos, calcinados. En general, los posibles fragmentos óseos localizados en las capas (Figura 13b) no muestran la típica estructura interna tipo esponjosa, más bien, su carencia de poros hace pensar en un origen anatómico perteneciente a pequeños fragmentos de diáfisis o de huesos planos cuya organización estructural es más bien compacta y poco porosa (Villagrán *et al.* 2017). Otra característica controvertida de este material son los bajos, y en algunos casos, nulos colores de interferencia. Este fenómeno se produce principalmente por la quema del hueso ya que a distintas temperaturas su estructura cambia y la mineralización de los componentes orgánicos producen diferentes fenómenos ópticos (Villagrán *et al.* 2017).

6.2. Microestratigrafía

Frecuentemente, los resultados obtenidos mediante el análisis microestratigráfico es el reconocimiento de ciertos patrones presentes en los sedimentos que no son observables a nivel

macro, pero que se tornan significativos al visualizarlos en el microscopio. Un ejemplo de este tipo de estudios de amplia resolución pueden revelar que lo que parecen ser capas estériles, se tornen significativos mediante la observación de algunos indicadores arqueológicos tales como la existencia de microartefactos o una microestratificación substancial de los depósitos que podrían pasar inadvertidos sin la aplicación de técnicas como la micromorfología (Mallol y Mentzer 2015).

Siguiendo la recomendación de Mallol y Mentzer (2015), creemos pertinente señalar que la importancia en la identificación de los procesos de formación actuantes en los límites entre capas son arqueológicamente significativos ya que este tipo de contactos coinciden con la porción superior de los depósitos sedimentarios, que a grandes rasgos pudieron albergar antiguas superficies expuestas donde las ocupaciones humanas tuvieron lugar, además, entendiendo que estas zonas superficiales de los depósitos interaccionan con procesos atmosféricos y biológicos y geológicos, podemos considerar que la agencia humana no es el único factor de formación (Gé *et al.* 1993) siendo evidente la importancia del reconocimiento de sus principales procesos de formación (Schiffer 1972; Mallol y Mentzer 2015)

Algunos estudios de importancia aplicado a estas regiones de los límites entre capas han sido aplicado en algunos yacimientos arqueológicos del Medio Oriente donde se ha demostrado que el estudio microestratigráfico provee una serie de datos valiosos, para el reconocimiento de pisos constructivos y antiguas superficies de ocupación, así como comprender los cambios en los comportamientos y en el uso del espacio (Miller *et al.* 2010; Stahlschmidt *et al.* 2017), el uso de materiales, las tecnologías constructivas, la identificación de áreas de actividad, la tafonomía e integridad de artefactos y las consecuentes alteraciones postdeposicionales experimentadas (Matthews *et al.* 1996; Shillito y Ryan 2013; Stahlschmidt *et al.* 2017).

Las observaciones obtenidas mediante el estudio aplicado a los depósitos asociados a la Estela de Cuicuilco dio como resultado el reconocimiento de cambios discretos en la secuencia deposicional que no son perceptibles a simple vista. A grandes rasgos afirmamos que en el análisis microscópico aplicado a las muestras se observaron una serie de fenómenos que indican la existencia de pisos de ocupación que en la zona de contactos entre capas; deducimos esto pues los pisos en su gran mayoría muestran zonas de contacto abruptas, una disminución abrupta del espacio poroso en los primeros milímetros (Karkanias y Van de Moortel 2014).

En primer lugar, queremos especificar la diferencia propuesta entre el término *superficie de ocupación* y *piso* de acuerdo con lo expuesto por Mateu *et al.* (2019). El término *piso* se refiere a las superficies estrictamente construidas con materiales primordialmente de tierra (pisos constructivos) mientras que por otro lado, el término *superficie de ocupación* se refiere a antiguas superficies expuestas creadas como resultado de su uso (Mateu *et al.* Op cit.).

Para el caso específico del depósito asociado a la Estela, Mario Pérez-Campa (1997) en el primer estudio estratigráfico realizado en el perfil de la Estela menciona la posible existencia de al menos tres pisos, lo cual marca el primer antecedente de la interpretación hecha a los contactos entre capas de estos materiales. Sin embargo, no se ahondó con mayor profundidad pues no se aplicaron estudios serios para afirmar la hipótesis de Campa.

Al aplicar técnicas microestratigráficas para realizar el análisis de microfacies (Courty 2001) se confirmó que las variaciones verticales presentes en el perfil asociado a la Estela representan múltiples pisos; gracias al estudio de la secuencia microestratigráfica se han podido reconocer alteraciones discretas en la secuencia estratigráfica que podrían hablarnos de una secuencia de pisos en diferentes momentos constructivos del depósito.

A continuación, se mencionan algunos fenómenos presentes en las muestras que robustecen nuestra hipótesis.

La microestructura masiva y granular ha sido prácticamente reconocida en todas las muestras. Para determinar si este fue causado por medio naturales o antrópicos, partimos a la siguiente discusión.

La microestructura granular puede ser originada mediante procesos biogénicos como la actividad de mesofauna (Stahlschmidt *et al.* 2019) y que se expresan prioritariamente en horizontes edáficos superficiales o por alteraciones postdeposicionales, sin embargo, las muestras al estar libres de coprolitos niegan la factibilidad de este fenómeno. Por otro lado, esta microestructura ha sido reportada como un marcador antrópico de pisos constructivos en asociación a fenómenos observados en el espacio poroso; los poros, producto del proceso constructivo, se tornan vesiculares (Mateu *et al.* 2019; Daneels *et al.* 2022). Por otro lado, esta microestructura ha sido asociada con un elevado grado de compactación producto del tránsito de personas en espacios estratégicos como calles y calzadas donde el constante paso peatonal generaría dicho fenómeno (Stahlschmidt *et al.* 2019).

Otros rasgos observados en los pisos presentes en los límites entre capas describen algunos patrones microestratigráficos perceptibles tales como la orientación de la fracción mineral (Figura 15d) (Rentzel *et al.* 2017), presencia de materiales carbonizados incrustados en la matriz (Figura 16e) (Mallol *et al.* 2017) microfábrica en disposición laminar (Figura 16c) (Milek 2012) así como zonas de fracturas y fisuras tanto verticales como subhorizontales (Figura 18c) (Shillito y Ryan 2013). Estos rasgos incrustados en la matriz y observados sobre todo en los primeros milímetros de los límites podrían indicar el impacto directo de las actividades humanas sobre la secuencia de pisos.

La orientación de la fracción mineral se observa en mayor medida en las capas E6, E7 y E10 (Figuras 15d, 16f y 19e) mientras que la orientación de partículas carbonizadas se observa en mayor medida en E5 y E7 (Figuras 14d y 16e). Este fenómeno se presenta en los primeros milímetros de los pisos de ocupación, lo que podría indicar perturbación antrópica relacionado directamente con la orientación de estas partículas en las regiones más superficiales de las muestras.

Las microlaminaciones de la matriz, fitolitos, material vegetal u óxidos de hierro son generados por una gran variedad de actividades humanas (Gé *et al.* 1993). Este fenómeno se puede apreciar en el límite E6-E7 (Figura 16c), donde existe una zona de microlaminaciones de la matriz, si bien es difícil determinar si este rasgo es producto de un proceso de formación antrópico o natural, podría indicar actividades de limpieza y mantenimiento de los espacios (Milek 2012). Otro evento interesante para mencionar es la zona de laminación de óxidos de hierro presentes en el límite E5-E6 (Figura 15e) los cuales se encuentran impregnando la matriz y dispuestos horizontalmente conforme al límite.

Las zonas de fractura subhorizontal se observan en todos los límites, siendo el caso de E4-E5 un caso excepcional pues en este contacto, además de reconocerse dos zonas de límites, se puede observar una gran zona de fractura subhorizontal de estructura prismática (Figuras 14c, e) donde se asocia además un fragmento vegetal fresco orientado horizontalmente. Este fenómeno ha sido reconocido etnoarqueológicamente como un indicio claro de pisos de ocupación pues, aunado a la compactación debido al continuo apisonamiento de las superficies, las partículas que se localizan en esta zona tienden a la horizontalidad debido al estrés generado por el tránsito continuo de personas (Milek 2012; Rentzel *et al.* 2017).

En el límite E8-E9 se observan fracturas en disposición vertical y sub-horizontal (Figuras 18c, d), este fenómeno se ha relacionado con la compactación producto del tránsito peatonal en superficies donde la presión vertical ejercida sobre los materiales genera estos patrones en la microestructura de los sedimentos (Milek 2012; Shillito y Ryan 2013).

En las capas más profundas, por ejemplo, en E11-E12, microestratigráficamente fue difícil localizar el límite pues este era difuso y poco reconocible bajo el microscopio probablemente ocasionado por el efecto palimpsesto (Bailey 2007). Aunque algunos indicadores morfológicos del espacio poroso tales como la porosidad en forma vesicular y de cámara nos dan indicio acerca de la manufactura y aplicación de materiales constructivos (Cammass 2018; Daneels *et al.* 2022), la microestructura prismática observada en algunas regiones (Figura 21d) ponen en evidencia que este límite, probablemente, estuvo expuesto en el pasado, estando sometido a estrés mecánico (Milek 2012).

6.2.1. El espacio poroso

Un atributo identificado en la secuencia microestratigráfica que fue confirmado mediante el estudio micromorfométrico fue una fuerte reducción de la porosidad en los primeros milímetros de las muestras (Tabla 3). Autores como Gé *et al.* (1993) y Stahlschmidt *et al.* (2017; 2019) mencionan que los fenómenos de compactación perceptibles en las regiones adyacentes inmediatas a los límites entre capas son producto, en la gran mayoría de veces, al fenómeno de “*Trampling*” mediante el tránsito de personas que compactan los materiales.

En general, los resultados obtenidos mediante el estudio microestratigráfico aplicado a los límites entre capas muestran modificaciones microestructurales debido al elevado grado de compactación

que se traducen en una microestructura masiva; el análisis micromorfométrico aplicado al espacio poroso muestra una franca reducción en los primeros 3 milímetros de los límites entre capas. Consideramos este fenómeno como una señal frecuentemente observada en materiales compactados por presión vertical, que podrían estar relacionados con el tránsito de personas sobre estos materiales, y que afecta sobre todo a los primeros milímetros de los pisos de ocupación (Milek 2012; Rentzel *et al.* 2017).

Cammass (2018) señala que el estrés mecánico aplicado en las regiones más superficiales de pisos de ocupación se puede contemplar mediante la abundancia y forma de los poros, morfología y cantidad, los indicadores mencionados son una buena señal de la presencia y la localización de zonas de compactación; cuando fuerzas externas son aplicadas a los pisos, algunas características de rompimiento son visibles, los poros colapsan, dando como resultado una microestructura compacta.

Algunos rasgos presentes en los poros observados en las muestras son representativos en cada una de ellas. El espacio poroso en su gran mayoría se torna policóncavo, con morfologías en forma de canal y zonas de fractura (fig. 19b y 20b) cuya presencia es típica en zonas de compresión debidas a fuerzas de compactación verticales que han sido observadas en pisos constructivos sometidos al tránsito continuo de personas (Milek 2012). Otra particularidad del espacio poroso observado en las muestras son aquellos de morfología vesicular y en forma de cámara, pues su presencia son un indicador fiable del fenómeno de “*trampling*”; estos rasgos en la morfología porosa son observados como un indicador recurrente que se expresa en todas las muestras y que Rentzel *et al.* (2017) define como fenómenos propios presentes en pisos de ocupación debido al tránsito de personas compactando los materiales.

Adjunto, se muestra el modelo propuesto por Goldberg (2017) (retomado de Gé *et al.* 1993) donde se describen algunos fenómenos que se pueden identificar en zonas determinadas de pisos de ocupación (Figura 23) (Tabla 3) que han sido observados y descritos en nuestro estudio.

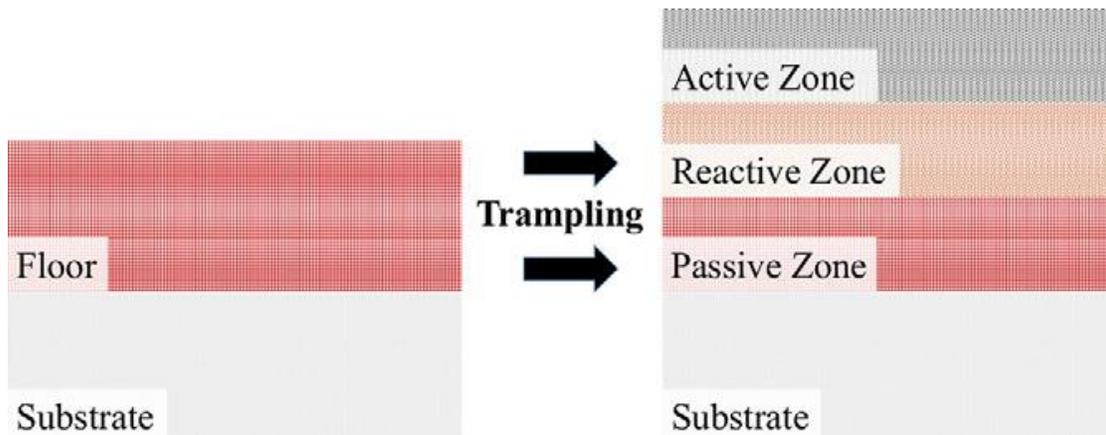


Figura 23. Diagrama propuesto por Gé *et al.* 1993 para el estudio de pisos de ocupación. Tomado de Stalschmidt 2017.

Zona activa	Microlaminaciones, estructura masiva, restos vegetales, poca agregación, tinción orgánica rica en hierro (sic).
Zona reactiva	Fisuras subhorizontales, fisuras verticales, agregados subredondeados, microfábrica densa.
Zona pasiva	Horizontes de suelo, basura, fragmentos de piso re TRABAJADOS/materiales constructivos, microestructura abierta.

Tabla 4. Rasgos posiblemente observados en las zonas específicas de pisos de ocupación. Tomado de Goldberg 2016.

Aunque no se ha podido reconocer en la secuencia de pisos asociados a la Estela la secuencia completa para pisos de ocupación propuesta por Gé *et al.* (1993) (Figura 23) sí podemos confirmar la ocurrencia reiterativa de algunos fenómenos descritos en la tabla; la zona activa que se identifica

con la región más superficial de los pisos de ocupación, se reconoce primordialmente por la pérdida de la porosidad y un alto índice de compactación, dando como resultado una microestructura masiva, zonas de fractura vertical y poros elongados (Cammass 2018; Karkanis y Van de Moortel 2014); en la zona reactiva, que se ubica por debajo de la zona activa, se describen rasgos denominados pedorelictos, que son partículas no disruptivas cuya presencia es típica en la construcción de pisos (Cammass 2018); la zona pasiva, que representa la zona inferior de los pisos de ocupación, muestra en términos generales una microestructura menos densa y en consecuencia con un mayor índice de porosidad (Stahlschmidt *et al.* 2017), además, la existencia de poros de morfología plana e interconectados que fueron observados en las zonas pasivas de nuestras muestras son considerados como plenamente antrópicos producto del aire atrapado en el proceso de deposición, siendo un marcador específico para manufactura de pisos de ocupación (Cammass 2018).

Considerando la existencia plena de los rasgos enumerados en las muestras estudiadas, podemos determinar que gracias al análisis de microfacies aplicado mediante el estudio microestratigráfico, hemos podido determinar que en las zonas de contacto de los depósitos asociados a la Estela muestran características típicas de pisos de ocupación.

6.3. Conclusiones

Las interpretaciones realizadas en este capítulo muestran una dinámica cultural interesante; gracias al estudio micromorfológico aplicado a las distintas capas que conforman el depósito de la Estela, pudimos elaborar un esbozo del impacto antrópico implícito en estos sedimentos. En primer lugar, quisiera comentar que, en cuanto a los principales procesos de formación destacan los antrópicos.

Si bien, en las regiones inferiores del perfil se muestran rasgos típicos de desarrollo edáfico como los cuatanes y rasgos de iluviación de arcilla, estos se encuentran fragmentados y sin continuidad, en lo referente a la agregación de la matriz, la microestructura en bloque subangular que se localizó sobre todo en E11 y E12, podrían indicar el incipiente desarrollo de un horizonte edáfico, aunque considerando la secuencia ascendente y la deposición reiterativa de las capas, el intervalo de tiempo para la formación de suelos es muy corta (Targulian y Goryachkin 2004).

En general, queda afirmar que imperan los procesos de formación antrópicos. A grandes rasgos las partículas incrustadas en la matriz y observadas mediante microscopio muestran la alteración cultural presente en estos materiales, la inclusión de partículas carbonizadas y de hueso, la microestructura granular, la fuerte compactación de la matriz en los primeros milímetros de las zonas de contacto y la consecuente pérdida del espacio poroso, son claros indicadores de que la región superior de los depósitos albergaron en el pasado remoto una secuencia ascendente de pisos de ocupación.

Queda claro, entonces, que los sedimentos arqueológicos asociados a la Estela muestran una complejidad y riqueza no perceptibles a simple vista, como lo demostró el estudio microestratigráfico y el análisis de microfacies aplicado a las zonas de contacto; creemos entonces pertinente afirmar que se ha logrado vislumbrar con mayor detalle los procesos antrópicos presentes en el depósito de la Estela, a manera de ejercicio para seguir profundizando y conocer de una mejor manera la dinámica cultural en torno a esta enigmática estructura.

Capítulo 7. Consideraciones finales

El análisis de la secuencia de sedimentos asociados a la Estela ha permitido reconocer zonas estratégicas discretas mediante el análisis micromorfológico aplicado a las 8 muestras recolectadas para la presente investigación. Gracias al estudio microestratigráfico realizado podemos entender con mayor profundidad la dinámica arqueológica de estos materiales, cuyo hallazgo más representativo es el reconocimiento de múltiples pisos de ocupación observados en los límites entre capas. En la siguiente sección abordaremos de manera sucinta las principales conclusiones obtenidas mediante esta investigación.

7.1. Los principales procesos de formación

Gracias al análisis micromorfológico aplicado a la secuencia de sedimentos asociados a la Estela fuimos capaces de develar los principales procesos de formación que actuaron en la creación de este depósito. Para sintetizar de mejor manera los datos obtenidos, optamos por diferenciar para esta investigación los procesos de formación culturales y naturales con la finalidad de entender con mayor profundidad la naturaleza de estos materiales.

En cuanto a los procesos de formación naturales y culturales presentes en todas las capas analizadas, podemos afirmar con seguridad que imperan los segundos; la abundancia de partículas de origen antrópico tales como restos carbonizados de plantas leñosas, hueso, una microestructura granular, la existencia de pápulas de arcillas así como la disgregación de la matriz original del suelo, confirman la naturaleza artificial de cada una de las capas. Los materiales utilizados para el sepultamiento de esta estructura fueron los suelos tipo Andosol y posiblemente Luvisol

circundantes de la región (Solleiro *et al.* 2013; Ibarra-Arzave 2015) que según estudios preliminares (Ibarra-Arzave 2015; Ibarra-Arzave *et al.* 2019) fueron utilizados a manera de materiales constructivos para erigir estructuras en zonas estratégicas del asentamiento.

Si bien confirmamos la existencia de rasgos que evocan formación *in situ* de suelos como los hallados en las capas más profundas (E11, E12) y que podrían señalar una etapa de mayor estabilidad y menor impacto antrópico, son más evidentes aquellos provenientes del transporte y remoción de materiales (como los pedorelictos, a manera de ejemplo) por lo que creemos que muchos de los rasgos naturales observados en las muestras fueron heredados del material parental; al no conocer con certeza el intervalo de tiempo entre los eventos de deposición, es prematuro señalar que los rasgos observados son producto de pedogénesis, pues la formación de suelos se da intervalos de cientos de años (Targulian y Krasilnikov 2007).

Es preciso señalar que el impacto antrópico guardado en la memoria de los pedosedimentos y extraído mediante este estudio micromorfológico nos ha ayudado a comenzar a comprender la dinámica social experimentada en este lugar.

7.2. Algunas consideraciones sobre el depósito asociado a la Estela

El depósito de la Estela contiene algunas particularidades que creemos pertinentes señalar. Las múltiples capas existentes, confirman un comportamiento humano reiterativo representado por la continua deposición de sedimentos que se ve reflejado en la secuencia de depósitos y rellenos, que a grandes rasgos, podemos traducir como una práctica sociocultural sostenida en el tiempo (Matthews *et al.* 1996); debido a las características reiterativas observadas en las capas de la Estela donde cada uno de los depósitos representa un nuevo evento de sepultamiento, podemos considerar

que esta asociación ascendente de rellenos fue una intervención humana intencional y formalmente aceptada por los antiguos moradores de Cuicuilco.

Tomando en consideración lo afirmado en el párrafo anterior, podemos arrojar algunas interpretaciones acerca del depósito de la Estela. Aunque el sepultamiento de la Estela probablemente esté relacionado con la práctica de ampliaciones arquitectónicas realizadas en la penúltima fase constructiva del Gran Basamento como lo indica la secuencia estratigráfica propuesta por algunos investigadores (Pastrana y Ramírez 2012; Ramírez 2012), algunos fenómenos observados en los límites de las capas tales como su disposición horizontal (Harris 1991) así como la existencia de pisos de ocupación podrían indicar un fenómeno de sepultamiento que no estuviera relacionado directamente con la edificación del edificio principal y que en general correspondiera a eventos individuales donde en cada intervalo de tiempo transcurrido entre un depósito y fue coronado con un piso; debido a la horizontalidad percibida en los materiales que envuelven a la Estela, su cercanía en torno al Gran Basamento implicaría que los materiales de relleno utilizados para ampliar esta última estructura sepultaran a la Estela con una disposición cercana al ángulo de reposo de los sedimentos,⁷ mientras que, claramente, los materiales asociados a la Estela tienden a la horizontalidad lo cual podría indicar un sepultamiento diferencial.

Exploraciones realizadas en distintos sectores del yacimiento, incluidos la Estela, han demostrado que los antiguos moradores de Cuicuilco hicieron elevar el terreno natural varios metros por encima del suelo original de la Cuenca de México (Pastrana y Ramírez 2012); al parecer la ocupación cuicuilca más temprana yace sobre un luvisol (Ibarra-Arzave 2015; Luciano 2017) y poco a poco,

⁷ El ángulo de reposo es el ángulo máximo en el que los sedimentos se acumulan y permanecen estables que generalmente es en torno a los 33.5° de inclinación.

en intervalos de tiempo cortos, se utilizaron suelos aledaños para edificar el núcleo principal del asentamiento.

En conclusión, podemos afirmar que el cambio de coloración entre capas, los distintos tipos de partículas halladas, así como la secuencia ascendente del depósito confirma que los antiguos moradores eligieron cuidadosamente horizontes edáficos que provenían de distintos tipos de suelos para hacer elevar el terreno en áreas estratégicas del asentamiento.

7.3. La dinámica cultural implícita en los sedimentos

Gracias al estudio microscópico enfocado en los límites entre capas existentes en los materiales pedosedimentarios que cubren la Estela, hemos logrado vislumbrar algunas de las dinámicas culturales experimentadas en el pasado en torno a esta estructura.

Consideramos que el depósito de la Estela debido a la disposición de su estratigráfica indica una deposición diferencial a través del tiempo, resultando en un sepultamiento para obliterar paulatinamente la estructura. Ejemplos descriptivos de deposiciones estructuradas provenientes de la literatura arqueológica mencionan que la práctica intencional de los depósitos estructurados encontrados en algunos sitios arqueológicos pueden seguir un patrón ritual de deposición; estos patrones no necesariamente derivan de conductas mágico-religiosa, en cambio habría que considerar toda acción humana como simbólicamente estructurada, lo que significa que en estas acciones se reproducen normas culturales y estructuras; en este sentido podemos considerar que todo depósito estructurado puede ser asociado con el subproducto de una práctica social (Garrow 2012; Crease 2015).

Algunos casos de sepultamiento diferencial y deliberadamente colocado mediante la agencia humana pertenecen a la ofrenda número 4 del sitio preclásico Olmeca en La Venta con temporalidad *c.* al 800 a.C., donde en torno al complejo ceremonial principal, fueron sepultados con distintos tipos de suelos y sedimentos, figurillas, hachuelas, cerámica y demás artefactos de manera paulatina. A la par, se hizo subir el nivel del terreno en áreas preferenciales dejando en algunos sitios desniveles y en otro material cultural sepultado (Gillespie 2015).

El reconocimiento de pisos de ocupación mediante el estudio microestratigráfico en cada uno de estos eventos deposicionales, abona la posibilidad de que el depósito asociado a la Estela sea considerado una deposición ritual en lugar de una mera acumulación de materiales encima del otro.

Los resultados expuestos en esta investigación han evidenciado que las capas que envuelven a la Estela corresponden a distintos eventos de deposición, negando la factibilidad de un único sepultamiento, además, cada zona de contacto entre capas albergó un piso de ocupación, como lo expone el estudio de interfaces aplicado en estas regiones de las muestras; la pérdida de porosidad, la disposición horizontal de las partículas, la estructura laminar, así como las zonas de fractura vertical y horizontal reconocidos mediante la microestratigrafía en los límites entre capas, son rasgos típicos generados por el tránsito de personas compactando los materiales y que han sido reconocidos en esta investigación.

7.4. Conclusiones

Cuicuilco y su eterna relación con el fuego volcánico. Su nacimiento se vio favorecido por la riqueza proporcionada por el fuego de las entrañas de la tierra; bosques templados que le dotaron de una gran cantidad de recursos, fuentes de agua perennes, suelos fértiles, todos estos factores

fomentaron el esplendoroso desarrollo de este centro regional, el más importante de la región sur de la Cuenca de México. En este sentido, las primeras manifestaciones de la civilidad fueron naciendo; desde el más temprano atisbo del urbanismo, Cuicuilco desarrollo un complejo cívico-ceremonial cuyo testigo fuera la Estela, aquella estructura de andesita que fue desplantada en un momento temprano, en conjunto con el primer cono truncado del Gran Basamento.

Gracias a este estudio, hemos podido vislumbrar la dinámica cultural de los materiales pedosedimentarios asociados al perfil de la Estela, cuya deposición estructurada fue paulatinamente cubriendo su presencia absoluta del paisaje cuicuilca. Sin embargo, los antiguos moradores de Cuicuilco no cubrieron por completo la Estela, al parecer su soterramiento se debió a otras causas que no fueron funcionalmente a la par de las ampliaciones del núcleo cívico-ceremonial, en cambio, la existencia de pisos de ocupación en cada uno de estos eventos de sepultamiento podrían generar nuevas hipótesis acerca de esta enigmática estructura; creemos que la Estela fue una parte importante de la cosmología cuicuilca como lo indica su cuidadoso sepultamiento.

Comprender con certeza la función de la Estela es algo complicado, aunque algunas especulaciones acerca de su función como marcador calendárico y medidor del tiempo (Pérez-Campa 1998) podrían ser considerados en la discusión sobre el tipo de lugar creado en torno a esta estructura. En todo caso su enorme tamaño y la situación privilegiada dentro del asentamiento nos lleva a pensar que la gran mayoría de personas podrían observar el monolito como un elemento primordial de sus vidas diarias, integrándola en sus experiencias, prácticas y cosmogonías a través de su corporalidad y la reproducción social (Zavala 2012); la Estela, sería entonces un espacio público desplegando mensajes simbólicos a los antiguos moradores (Blanton 1994).

Podemos afirmar que, si la Estela fue el elemento público arquitectónico asociado al Gran Basamento más importante de las primeras fases de ocupación de Cuicuilco, sus habitantes tendrían la posibilidad de transitar el espacio de la Estela desde una distancia privilegiada, pudiendo ser apreciada por los antiguos moradores que transitaron durante varios intervalos de tiempo sus pisos de ocupación.

En síntesis, podemos inferir algunas generalidades respecto a la Estela:

- La Estela, al estar situada a pocos centímetros del piso original de la Cuenca de México, es por mucho uno de los elementos arquitectónicos con más antigüedad de Cuicuilco.
- Debido a las ampliaciones realizadas en este sector de Cuicuilco, la Estela fue desapareciendo poco a poco, aunque las distintas capas asociadas al monolito demuestran que fue sepultada en varios eventos.
- Los límites entre los depósitos asociados a esta estructura fungieron como antiguos pisos de ocupación.
- El depósito de la Estela nos aporta datos interesantes sobre los procesos constructivos de Cuicuilco.

Se recomienda continuar ahondando en el conocimiento científico de estos materiales, por lo que se deberían extender las investigaciones, se propone realizar fechamientos arqueométricos.

Bibliografía

Acevedo, B.

2014 Geoarqueología: Interpretaciones Interdisciplinarias para la Investigación. *Revista Geológica de América Central*, 123:131.

Acosta, G.

2007 Las ocupaciones precerámicas de la cuenca de México. Del poblamiento a las primeras sociedades agrícolas. *Arqueoweb* 8(2): 1-14.

Alaniz, I. y Ángel Sánchez Gamboa.

2021 Las excavaciones arqueológicas de Manuel Gamio en Copilco. Una visión a través de las fuentes documentales. *Arqueología* (59): 22-36.

Araujo, A.

1999 As Geociencias e suas implicacoes em teoria e métodos arqueológicos. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnología* (3): 35-45.

Badilla-Cruz, R.

1977 Estudio petrológico de la lava de la parte noreste del Pedregal de San Ángel, D.F. *Boletín de la sociedad geológica mexicana*. 38(1): 40-57.

Bailey, G.

2007 Time perspective, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of anthropological archaeology* 26(2): 198-223.

Benito-Calvo, A., Campaña-Lozano, I. y Theodoros Karampaglidis

2014 Conceptos básicos y métodos en Geoarqueología: geomorfología, estratigrafía y sedimentología. *Treballs d' arqueologia* 20: 41-54.

Binford, L.R.

1962 Archaeology as Anthropology. *American Antiquity* 28(2):217-225.

1968 Some comments on Historical versus Processual Archaeology. *Southwestern Journal of Anthropology* (4)3: 267-275.

1981 Behavioral Archaeology and the "Pompeii Premise". *Journal of anthropological Research* (37)3: 195-208.

1991 En busca del pasado: Descifrando el Registro Arqueológico. Crítica, Barcelona.

Blancas, J., Barba, L., Carballo, D., Solleiro-Rebolledo, E., Sedov, S. y Jaime Díaz

2019 Análisis multiescala de indicadores arqueológicos de Tlajinga, Teotihuacan (México). Desde la percepción remota a la microscopía. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 71(2):457-479.

Blanton, R.E.

1994 Houses and households: a comparative study. Springer-Verlag New York, Nueva York.

Butzer, K. W.

1982 Archaeology as human ecology: method and theory for a contextual approach. Cambridge University Press, Cambridge.

Calderón de Rzedowski, G. y Jerzy Rzedowski

2010 Flora fanerogámica del Valle de México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Ciudad de México.

Cammas, C.

2018 Micromorphology of earth building materials: Toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods). *Quaternary international* 483: 160-179.

Canti, M.

2017 Charred plant remains. En *Archaeological soil and sediment micromorphology*, editado por Cristiano Nicosia y Georges Stoops. Pp. 141-142. Wiley-Blackwell, Oxford.

Charlton, T. H., David D. Grove y Philip R. Hopke

1978 The Paredón, Mexico, Obsidian Source and Early Formative Exchange. *Science*, 201: 807-809.

Charlton, T. H., Deborah L. Nichols y Cynthia L. Otis Charlton

2000 Otumba and its Neighbors. Ex oriente Lux. *Ancient Mesoamerica*, 11: 247-265.

Córdova, C., del Pozzo, L. y Javier Camacho

1994 Paleolandforms and volcanic impact on the environment of prehistoric Cuicuilco, southern Mexico City. *Journal of archaeological science* 21: 585-596.

Courty, M.A.

2001 Microfacies analysis assisting archaeological stratigraphy. En *Earth science and*

archaeology, editado por Paul Goldber, Vance T. Holliday y C. Raid Ferring. Pp. 205-236.

Springer US, Boston.

Crease, Susheela M., E.

2015 Re-Thinking Traditions: Interpreting Structured Deposition in Watery Contexts in Late Pre-Roman Iron Age and Roman Britain. Unpublished Tesis Doctoral, University College of London, Londres.

Cummings, B.

1923 Ruins of Cuicuilco may revolutionize our history of ancient America: lofty mound sealed and preserved by great lava flow for perhaps seventy centuries is now being excavated in México. *National Geographic Magazine* 44(2): 203-220.

1925 Relación de los trabajos hechos en Cuicuilco, San Fernando, Tlalpam, D.F. del 30 de abril de 1922 al 20 de enero de 1923. Tomo XLI, Distrito Federal. Varios 1918-1945. Archivo técnico del consejo de arqueología.

1926 Cuicuilco and the archaic culture of Mexico. *The scientific monthly* 23(4): 289-304.

Dalrymple J. B.

1958 The application of soil micromorphology to fossil soils and other deposits from archaeological sites. *Journal of soil science*. 9(2): 199-210.

Daneels, A., Mateu, M., Fernández, H., Piña S. y Héctor Cabadas-Báez

2022 Soil modification in the manufacturing process of Mesoamerican earthen

Deàk, J., Gebhart, A. Lewis, H., Raimonda, M. y Heejin Lee

2017 Soil disturbed vegetation clearance and tillage. En *Archaeological soil and sediment micromorphology*, editado por Cristiano Nicosia y Georges Stoops. Pp. 233-263. Wiley Blackwell, Oxford.

Del Carmen, L., Romero, F., Velázquez, A. y Lucia Almeida-Leñero

1999 La vegetación de la región del sur de la Cuenca de México. En *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México*, editado por Alejandro Velázquez y Francisco J. Romero. Pp. 66-71. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.

Delgado, H., Molinero, R., Nieto-Obregón, J., Cervantez, P., Macías-González H., Lozano-Santa Cruz, R., Silva-Romo, G. y Claudia Mendoza-Rosales

1998 Geology of Xitle volcano in southern Mexico City, a 2000-year old monogenetic volcano in an urban area. *Revista mexicana de ciencias geológicas* 15(2):115-131.

Enciso-De la Vega, S.

1979 Las lavas de El Pedregal de San Ángel. *Ciencia y desarrollo* 25: 89-93.

1992 Propuesta de nomenclatura estratigráfica para la cuenca de México. *Revista del instituto de Geología* 10(1): 26-36.

Gamio, M.

1920 Las excavaciones del Pedregal de San Ángel y la cultura arcaica del Valle de México. *American Anthropologist* 22(2): 127-143.

García-Bárcena, J.

2007 La Cuenca de México. Etapa lítica (30000-2000 a. C.) Los primeros pobladores.

Arqueología Mexicana 15(86): 34-39.

García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H. y Juan Manuel Espíndola

2002 Geology of Nevado de Toluca and surrounding areas, central Mexico. *Geological society of America Map and chart series*: 1-26.

Garrow, D.

2012 Odd deposits and average practice. A critical history of the concept of structured deposition. *Archaeological Dialogues*, 19: 85-115

Gè, T., Courty, M., Matthews, W., y Julia Watz

1993 Sedimentary formation processes of occupation surfaces. En *Formation Processes in Archaeological Context*, editado por Pauld Goldberg, Daivid T. Nash y Michael D. Petraglia, pp. 149-163. Prehistory Press, Madison.

Gillespie, S. D.

2015 Journes end (?): The travels of La Venta Offering 4. En *Things in Motion*, editado por A. Joyce y S. D. Gillespie, pp. 36-61. School for Advance Research Press, Sante Fe, Nuevo Mexico.

Gladfelter, B.

1977 The geomorphologist and archaeology. *American Antiquity* 42(4): 519-538.

Goldberg, P.

1983 Applications of micromorphology in archaeology. *Soil Micromorphology*. 1: 139-150.

2018 Micromorphology. En *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, editado por Sandra L. López Varela. Pp. 1-4. John Wiley & Sons, Hoboken.

Goldberg, P., Holliday, V. T. y Rolfe D. Mandell

2017 Stratigraphy. En *Encyclopedia of Geoarchaeology*, editado por Allan S. Gilbert, pp. 913-916. Springer Netherlands, Dordrecht.

Goldberg, P. y Richard I. Macphail

2006 Practical and theoretical geochronology. Blackwell Science Ltd., Main, Oxford.

2017 Microstratigraphy. En *Encyclopedia of Geoarchaeology*, editado por Allan S. Gilbert, pp. 532-537. Springer Netherlands, Dordrecht.

González-González, L.

2016 Caracterización de la cerámica del sitio de Copilco en San Ángel: datación por termoluminiscencia, química de residuos y mineralogía. Unpublished Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

González, S., Pastrana, A., Siebe, C. y Duller G.

2000 Timing of the prehistoric eruption of Xitle volcano and the abandonment of Cuicuilco Pyramid, Southern Basin of México. En *The archaeology of geological catastrophes*, editado por W. J. McGuire, D.R. Griffiths, P. L. Hancock y I.S. Stewart., pp. 205-225. The Geological Society, Londres.

González, S., Jimenez-López, J. C., Hedges, R., Huddart, D., Ohman, J. C., Turner, A y Jose Antonio Pompa y Padilla

2003 Earliest humans in the Americas: new evidence from México. *Journal of human evolution* 3(44):379-387.

Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M.A., y A. Sánchez González

2004 Ecología de la fauna silvestre de la sierra nevada y la sierra del Ajusco. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*.10(2): pp.111-117.

Harris, E.

1991 Principios de estratigrafía arqueológica. Editorial Crítica, Barcelona.

Hassan, Fekri A.

1978 Sediments in Archaeology: Methods and Implications for Palaeoenvironmental and Cultural Analysis. *Journal of Field Archaeology* 5(2):197-213.

Haury, E.

1925 Cuicuilco Diary: June 11- September 12. *Journal of the Southwest* 46(1): 55-91.

Heizer, R. F., y J. A. Bennyhoff

1958 Archeological Investigation of Cuicuilco, Valley of Mexico, 1957. *Science* 127(3292):232-233.

Holliday, V.

2017 Soils in archaeological research. En *The international Encyclopedia of Geography: people, the earth, environment and technology*, editado por Douglas Richardson, Noel Castree, Michael F. Goodchild, Audrey Kobayashi, Weidong Liu, y Richard A. Martson, pp. 1-12. Wiley, Hudson.

Hughes, A. N.

2014 Structured deposition and the interpretation of ritual in the near eastern neolithic: a new methodology. Tesis Doctoral, University of Liverpool, Liverpool.

Ibarra-Arzave, G.

2015 Reconstrucción de la cubierta edáfica en el cuaternario tardío en la porción sur de la cuenca de México y su afectación por la actividad volcánica del Xitle. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Ibarra-Arzave, G., Sollerio-Rebolledo, E., Sedov, S. y Daniel Leonard

2019 The role of pedogenesis in palaeosols of Mexico basin and its implication in the paleoenvironmental reconstruction. *Quaternary International*, 502: 267-279.

Jardine, W. G.

1983 The role of geomorphology and geology in archaeological studies: a synopsis. *Glasgow archaeological journal* 11(1): 1-11.

Jauregui, E.

1971 Mesomicroclima de la Ciudad de Mexico. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Johnson, M.

2010 *Archaeological theory: an introduction*. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, U Malden, MA.

Joyce, R., y Joshua Pollard

2012 Archaeological assemblages and practices of deposition. En *The oxford handbook of material culture studies*, editado por Dan Hicks y Mary C. Beaudry, p. 291-309. Oxford University Press, Northamptonshire.

Karkanas, P. y Aleydis Van de Moortel

2014 Micromorphological analysis of sediments at Bronze Age site of Mitrou, central Greece: patterns of floors construction and maintenance. *Journal of Archaeological Science*, 43: 198-213.

Karkanas, P. y Paul Goldberg

2018 Reconstructing archaeological sites: understanding the geoarchaeological matrix. John Wiley & sons, Hoboken.

Kroeber, A.

1925 Archaic culture horizons in the valley of Mexico. *University of California publications in American Archaeology and Ethnology*. 7(7): 373-408.

López-Camacho, J.

1991 La estratigrafía de la pirámide de Cuicuilco en retrospectiva. *Revista Cuicuilco* 27: 35-46.

López-Martínez, R., Solleiro-Rebolledo, E., Chávez-Vergara, B., Díaz-Ortega, J., Merino, A., Trabanino, F., Velázquez-Morlet, A., Río-Lara, O., Martos-López, L., y Alejandro Terrazas-Mata

2020 Early Holocene charcoal accumulations in the Aktun Ha cenote: Evidence of fire used by the first settlers of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Geoarchaeology* 35(6):819-833.

Luciano, E.

2017 Caracterización de materiales pedosedimentarios asociados al Templo Mayor y a la estela de Cuicuilco. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Lugo, H. y Víctor Martínez-Luna

1980 La disección del relieve en el sur de la cuenca de México y sus porciones adyacentes. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM*, 10: 55-64.

Lugo, Jose, Moshe, I., Pastrana, A., Flores, A. y Juan Zamorano

2001 Interpretation of the geomorphic setting of the Cuicuilco basin, Mexico city, affected by the pre-hispanic eruption of the Xitle volcano. *Geomorphologie: relief, processus, environnement* 3: 223-232.

Lull, V. y Rafael Pérez Micó.

1998 Teoría Arqueológica II. La arqueología Procesual. *Revista d' arqueologia de Ponent*. 8: 61-78.

Mateu, M., M. Mercè Bergadá, Xosé-Lois Armada y Nuria Rafel

2019 Micromorphology of the Early Iron Age semi-cemented floors: El Calvari del Molar (Tarragona, NE Spain) as case study. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23: 746-762.

McClung de Tapia, E., Guillermo Acosta-Ochoa, Diana Martínez-Yrizar, Carmen Cristina

Adriano-Morán, Jorge Cruz-Palma y Berenice Chaparro-Rueda

2019 Early-Middle Formative Period Subsistence in the Teotihuacan Valley, Mexico: Pre-Hispanic Plant Remains from Altica. *Ancient America*, 30: 339-354.

Macphail, Richard I, Marie-Agnès Courty, y Paul Goldberg

1990 Soil micromorphology in archaeology. *Endeavour* 14(4):163-171.

MacPhail, R. y Paul Goldberg

2018 Applied Soils and Micromorphology in Archaeology. Cambridge University Press, Cambridge.

Mallol, C.

2014 Aplicaciones a la geoarqueología. En *Manual de micromorfología de suelos y técnicas complementarias*, editado por Juan C. Loaiza, Georges Stoops, Rosa M. Poch y Maria Casamitjana, pp.321-353. Pascual Bravo. Medellín, Colombia.

Mallol C. y Susan M. Mentzer

2015 Contacts under the lens: Perspectives on the role of microstratigraphy in archaeological research. *Archaeological and anthropological sciences* 9: 1645-1669.

Mallol, C., Mentzer, S. M., y Christopher E. Miller

2017 Combustion Features. En *Archaeological soil and sediment micromorphology*, editado por Cristiano Nicosia y Georges Stoops, pp. 299-330. Wiley-Blackwell, Oxford.

Mandell, R., Goldberg, P. y Vance T. Holliday

2017 Site formation processes. En *Encyclopedia of Geoarchaeology*, editado por Allan S. Gilbert, pp. 797-817. Springer Netherlands, Dordrecht.

Manzanilla, L.R y Maricarmen Serra-Puche

1987 Aprovechamiento de recursos de origen biológico en la Cuenca de México (2500 antes de Cristo – 1500 después de Cristo). *Geofísica internacional*, 26(1): 15-28.

Matthews, W., French, C., Lawrence, T., y David Cutler

1996 Multiple surfaces: the micromorphology. En *On the surface: Çatalhöyük 1993–1995*, editado por Ian Hodder, (Vol. 95), pp. 301-342. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge.

Matthews, W., C. A. I. French, T. Lawrence, D. F. Cutler, y M. K. Jones

1997 Microstratigraphic traces of site formation processes and human activities. *World Archaeology* 29(2):281-308.

McClung, E. y Guillermo Acosta.

2015 Una ocupación del periodo de agricultura temprana en Xochimilco (CA. 4200-4000 A.N.E.). *Anales de Antropología* 49(11): 299-315.

Milek, K.

2012 Floor formation processes and the interpretation of site activity áreas: An ethnoarchaeological study of turf buildings at Thverà. Northeast Iceland. *Journal of Anthropological Archaeology*. 31: 119-137.

Miller, E, C., Nicholas J. Conrad, Paul Goldberg y Francesco Berna

2010 Dumping, sweeping and trampling: Experimental micromorphological analysis of anthropogenically modified combustion features. *Paleonthologie*, 2: 25-37.

Mirambell, L. S.

1995 Los primeros pobladores del territorio mexicano. En *Historia Antigua de México Vol.1. el México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*, editado por Linda Manzanilla y Leonardo López-Luján. Pp. 223-254. Porrúa, Ciudad de México.

Moguel, M.

1997 Reseña de las investigaciones arqueológicas realizadas en la zona de Cuicuilco. *Actualidades arqueológicas. Revista de estudiantes de arqueología en México: 1-4*.

Müller, F.

S/F La arquitectura de Cuicuilco, D.F. Vol. 1. Fondos personales. Archivo técnico de la dirección de monumentos prehispánicos.

Murakami, T.

2015 Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the duration and timing of monumental construction. *Journal of field archaeology* 40(3): 263-282.

Nicossia, Cristiano, y Georges Stoops

2017 *Archaeological soil and sediment micromorphology*. Wiley-Blackwell, Oxford.

Niederberger, C.

1979 Early sedentary economy in the Basin of Mexico. *Science* 203(4376): 131-142.

Palma, M., Cram, S., Bocco, G y Alejandro Velázquez

1999 Caracterización abiótica de la región de montaña del sur de la Cuenca de México. En *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México*, editado por Alejandro Velázquez y Francisco J. Romero, pp. 52-61. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México.

Parsons, J.

1989 Arqueología regional de la cuenca de México: una estrategia para la investigación futura. *Anales de antropología, XXVI.*: 157-257.

Pastrana, Alejandro y Felipe Ramírez

2012 Reinterpretando Cuicuilco. Ponencia presentada en la 77th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Memphis, Tennessee.

Patterson, T.

1990 Algunas Tendencias Teóricas de la Posguerra en la Arqueología Estadounidense. *Boletín de Antropología Americana*, 21: 5-23.

Pérez-Campa, M.

1997 Proyecto Arqueológico Cuicuilco. Informe de la temporada 1996. Exploraciones en Cuicuilco. Informe adicional de la temporada 1996. Temporada 1996 de Proyecto arqueológico Cuicuilco. Informe adicional sobre las operaciones 2 y 4. Archivo técnico del consejo de arqueología. Ciudad de México.

1998 The obelisk of Cuicuilco, DF, Mexico: Earliest stela in the new world? *Pre-Columbiana* 1(1): 122-130.

Piña-Chan, R.

1985 Un modelo de evolución social y cultural del México precolombino. *Boletín de antropología americana* 11: 113-134.

Ramírez, F.

2012 La erupción del Xitle y el fin de Cuicuilco. *Revista de arqueología americana* (30):61-89.

2018 Cuicuilco. Contactos Interregionales. *Arqueología Mexicana* 25(151):43-45.

Ramírez, F., Pérez-Alcántara, I.A., Sandoval, D y Mónica Guadalupe Moguel Bernal

2014 Informe del mantenimiento menor al quinto cuerpo superpuesto del Gran Basamento y excavación de sondeos en Cuicuilco, D.F. Archivo Técnico del Consejo de Arqueología. Ciudad de México.

Rentzel, P., Nicosia, C., Gebhart, A., Brönnimann, D., Pümpin, C. y Kristian Ismail-Meyer.

2017 Trampling, poaching and the effect of traffic. En *Archeological soil and sediment micromorphology*, editado por Cristiano Nicosia y Georges Stoops, pp. 281-297. Willey Blackwell, Oxford.

Sánchez-Rodríguez, E.

1993a Cuicuilco C: un rescate arqueológico en el sur de la Ciudad de México. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia, INAH. Ciudad de México

Sánchez-Pérez, S., Solleiro-Rebolledo, E., Sedov, S., McClung de Tapia, E., Golyeva, A., Prado, B., Ibarra-Morales, E.

2013 The Black San Pablo paleosol of the Teotihuacan Valley, Mexico: pedogenesis, fertility, and use in ancient agricultural and urban systems *Geoarchaeology* 28: 249-267.

Sanders, W. T., Parsons, J. R. y Robert S. Santley

1979 The basin of Mexico. Ecological processes in the evolution of a civilization. Academic Press, New York.

Sandoval-García, M.

2021 Reconstrucción del paleorelieve del suroeste de la Cuenca de México y su impacto en la trayectoria de los derrames de lava del Xitle. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Sandoval-González, D. M.

2019 Metodología para el análisis de la arquitectura mesoamericana aplicada al Gran Basamento de Cuicuilco. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.

Sarmiento, G.

1995 La creación de los primeros centros de poder. En *El México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*, editado por Linda Manzanilla y Leonardo López-Luján, pp. 335-362. Historia Antigua de México, Vol.1 Porrúa, Ciudad de México, México.

Shanks, M. y Ian Hodder

1995 Processual, Postprocessual and Interpretive Archaeologies. En *Interpreting Archaeologies: Finding Meaning in the Past*, editado por Ian Hodder, Michael Shanks, Alexandra Alexandri, Victor Buchli, John Carman, Jonathan Last y Gavin Lucas, pp. 1-34. Routledge, London.

Schiffer, M.

1972 Archaeological Context and Systemic Context. *American Antiquity* 37(2):156-165.

1983 Toward the identifications of site formation processes. *American antiquity* 48(4):675-706.

Serra-Puche, M.

1985 Terremote-Tlaltenco. Los recursos lacustres de la Cuenca de México durante el Formativo. Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Sheets, P.

2009 Contributions of Geoarchaeology to Mesoamerican Studies. *Ancient Mesoamerica, Fall. (20)2*: 205-209.

2016 Volcanoes and people. En *Encyclopedia of Geoarchaeology*, editado por Allan S. Gilbert, pp. 1001-1006. Springer Berlin Heidelberg, New York, NY.

Shillito, L. M. y Philippa Ryan

2013 Surfaces and streets: phytoliths, micromorphology and changing use of space at

Neolithic Catalh y k (Turkey). *Antiquity*, 87: 684-700.

Siebe, C.

2000 Age and archaeological implications of Xitle volcano, southwestern Basin of M xicocity. *Journal of vulcanology and geothermal research* 104: 45-64.

Siebe, C., Arana-Salinas, L. y Michael abrams

2005 Geology and radiocarbon ages of Tl loc, Tlacotenco, Cuauhtzin, Hijo del Cuauhtzin, Teuhtli, and Ocusacayo monogenetic volcanoes in the central part of the Sierra Chichinautzin, México. *Journal of Volcanology and Geothermal research*. 141: 225-243.

Soil Survey Staff

1999 *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpretation surveys*. 2 edición. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436. USA.

Solleiro-Rebolledo, E., Emily McClung de Tapia, Jorge Gama-Castro y Sergey Sedov.

2012 Prefacio. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, (64)1: 1-3.

Solleiro-Rebolledo, E., Straubinger, M., Terhorst, B., Sedov, S., Ibarra-Arzave, G., Sa nchez-Alaniz, J.I. y Emma Marmolejo

2016 Paleosols beneath a lava flows in the southern Basin of Mexico: The effect of heat on the paleopedological record. *Catena* 137: 622-634.

Stahlshmidt, M. C., Miller, C. E., Kandel, A. W., Goldberg, P. y N. J. Conard

2017 Site formation processes and late Natufian domestic spaces at Baaz Rockshelter,

Syria: A micromorphological perspective. *Journal of Archaeological Science: Reports* (4): 499-514.

Stahlschmidt, M. C., McClung, E. y Ma. Del Carmen Gutierrez-Castorena

2019 A Geoarchaeological Investigation of the Street of the Dead at the Tlajinga District, Teotihuacan, Mexico. *Ancient Mesoamerica* (30): 129-145.

Stein, K.

1987 Deposit for archaeologists. *Advances in archaeological methods and theory*, edited Michael Schiffer, pp. 337-395. Volumen 11. Springer science, New York, NY.

1990 Archaeological Stratigraphy. En *Archaeological geology of North America*, editado por Lasca N. P. y Donahue J., pp. 513-523. Geological Society of America, Boulder, Colorado.

2001 A review of site formation processes and their relevance to geoarchaeology. En *Earth science and archaeology*, editado por Paul Goldber, Vance T. Holliday y C. Raid Ferring, pp. 37-48. Kluwer Academic/Plenum ,New York, New York, NY.

2017 Archaeological stratigraphy. En *Encyclopedia of Geoarchaeology*, editado por Allan S. Gilbert, pp. 33-39. Springer Netherlands, Dordrecht.

Steward, J.

2014 Teoría del cambio cultural. Oak-Editorial, Huixquilucan.

Stoops, G.

2003 Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Soil science

society of America, Madison.

Targulian, V. O. y Sergey Goryachkin

2004 Soil memory: types of record, carriers, hierarchy and diversity. *Revista Mexicana de ciencias geológicas* 21(1): 1-8.

Targulian V. O. y Pavel V. Krasilnikov

2007 Soil system and pedogenic processes: Self organization, time scales, and environmental significance. *Catena* 71(3): 373-381.

Trigger, B., G.

1992 *Historia del pensamiento arqueológico*. Crítica, Barcelona.

Uruñuela y Ladrón de Guevara, G. y Patricia Plunket Nagoda

2018 Testimonios de diversos tipos de abandono en Tetimpa, Puebla. *Revista Trace* (43):84-96.

Valadez-Azua, R.

1983 Paleoeología de la Cuenca de México durante el Pleistoceno superior. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Villagràn, X., Huisman, D., Miller, C., y Miranda M. Jans

2017 Bones and other skeletal tissues. En *Archaeological soil and sediment micromorphology*, editado por Cristiano Nicosia y Georges Stoops. Pp. 11-38. Wiley-Blackwell, Oxford.

Ward, I., Veth, P., Prossor, L., Denham, T., Ditchfield, K., Manne, T., Kendrick, C., Byrne, C.,

Hook, F. y U. Troitzch.

2017 50,000 years of archaeological site stratigraphy and micromorphology in Boodie Cave, Barrow Island. Western Australia. *Jurnal os Archaeological Science: reports* 15: 344-369.

Waters, M.

2006 Principles of Geoarchaeology: a North American Perspective. The university of Arizona Press, Tucson.

Yannitto, Victoria

2007 Beneficios de la aplicación de la micromorfología de suelos en arqueología. *EstratCrític* 1:76-84.

Zavala, B. M.

2012 Terraced Lives: Cerros de Trincheras in the Northwest/Southwest. En *The Oxford Handbook of North American Archaeology*, editado por Pauketat, T. Oxford University Press, Oxford.