

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Actualización de la información estratigráfica y bioestratigráfica del Pozo Ricaurte –1 en la Cuenca de Manabí desde el Eoceno hasta el Plioceno

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería en Geología

Presentado por:

Gianella Mabel Bravo Murillo

Diana Alejandra Mejía Cela

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2023

## DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico primero a Dios, a mi mami MSc. Fidelia Murillo, mi familia y a las personas hermosas que han llegado a mi vida a lo largo de esta etapa, las cuales me han apoyado día a día y me han dado fuerzas para seguir adelante. Agradezco a mis familiares que me observan desde el cielo, sé que estarían muy orgullosos de mí.

- Bravo Gianella

El presente proyecto está dedicado a mis padres Ramón Mejía y Graciela Cela quienes han sido mi más grande apoyo, sin duda, gracias a ellos he podido continuar y cumplir esta nueva meta.

A mis hermanos Ambar, Alexis, Daniel y amigos por sus palabras de aliento cuando lo necesité. También a mi primo David Gallon quien me brindó su apoyo incondicional en cualquier momento. Por último, a mis hermosas mascotas que siempre me sacaban una sonrisa.

- Diana Mejía

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros más sinceros agradecimientos al Ing. Nelson Jiménez y a la MSc. Keila Muthre, por su excelente trabajo, los admiramos, ustedes nos han brindado su confianza y sapiencia llegando a convertir en un gran apoyo. A la empresa EP PETROECUADOR por las facilidades otorgadas por el Ing. Diego Barba y el Ing. Guillermo Medina. A nuestros familiares, amigos y profesores (Erwin Larreta, Peter Olaya, Ángel Valdiviezo, David Altamirano, Paul Carrión, entre otros) quienes nos han brindado una mano amiga para seguir adelante hasta llegar a finalizar esta meta.

¡Muchas gracias!

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Bravo M. Gianella y Mejía C. Diana damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Gianella Mabel  
Bravo Murillo



Diana Alejandra  
Mejía Cela



## EVALUADORES

.....  
**Keila Mishelle Muthre Freire**

PROFESORA DE LA MATERIA

PROFESORA DE TUTOR

.....  
**Nelson Mesías Jiménez Orellana**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El pozo Ricaurte –1, ubicado en el cantón Chone – Manabí, utilizado como guía, permite obtener información geológica y bioestratigrafía sobre la dinámica de la región costera. De acuerdo con la información de EP PETROECUADOR, existe una ambigüedad al complementar las interpretaciones de las herramientas geológicas. El presente proyecto contribuye con información estratigráfica y bioestratigráfica actualizada del pozo a partir de las tres disciplinas (Foraminíferos, Nanofósiles y Palinomorfos) en un intervalo de 260' – 9030', para la comprensión de la evolución y paleoambientes de depósitos. En Ecuador, el ámbito petrolero requiere estudios estratigráficos y bioestratigráficos actualizados cuyos resultados son precisos y muestran una definición del tiempo y espacio de las formaciones geológicas para un mayor conocimiento de la estratigrafía, permitiendo disminuir riesgos exploratorios. La actualización bioestratigráfica consistió en la elaboración y procesamiento de la base de datos de 48267 datos, incluyen microfósiles de las tres disciplinas, se realizó análisis de ripios, descripción, preparación de muestras mediante métodos estándar (Levigado), análisis microfósilífero del pozo. Los resultados son el reconocimiento del Plioceno Temprano, Mioceno Tardío, se sugiere la presencia de la formación Pambil en el Oligoceno Tardío, paleoambientes fluctúan entre plataforma continental y talud superior, la correlación de datos bioestratigráficos con los registros eléctricos. De acuerdo con la microfauna identificada se delimitó topes y bases formacionales, acotando nueva información a la existente, permitiendo tener un mejor conocimiento al realizar trabajos de exploración petrolera en el sector.

**Palabras Clave:** Bioestratigrafía, Foraminíferos, Nanofósiles, Palinomorfos, Ricaurte – 1.

## **ABSTRACT**

*The Ricaurte – 1 well, located in the canton of Chone – Manabí, used as a guide, allows us to obtain geological and biostratigraphic information on the dynamics of the coastal region. According to information from EP PETROECUADOR, there is an ambiguity when complementing the interpretations of the geological tools. The present project contributes with updated stratigraphic and biostratigraphic information from the well from the three disciplines (Foraminifera, Nannofossils, and Palynomorphs) in an interval of 260' – 9030' for the understanding of the evolution and paleoenvironments of deposits. In Ecuador, the oil field requires updated stratigraphic and biostratigraphic studies whose results are accurate and show a definition of the time and space of the geological formations for a better knowledge of stratigraphy, allowing for the reduction of exploratory risks. The biostratigraphic update consisted of the elaboration and processing of the database of 48267 data, including microfossils from the three disciplines, in addition to the analysis of debris, description, preparation of samples by standard methods (Levigado), microfossil analysis of the well. The results are the recognition of the Early Pliocene and Late Miocene, the presence of the Pambil formation in the Late Oligocene is suggested, paleoenvironments fluctuate between the continental shelf and upper slope, the correlation of biostratigraphic data with electrical logs. According to the microfauna identified, formational tops and bases were delimited, delimiting new information to the existing one and allowing to have better knowledge when carrying out oil exploration works in the sector.*

*Keywords: Biostratigraphy, Foraminifera, Nannofossils, Palynomorphs, Ricaurte – 1.*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES .....	5
RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
CAPÍTULO 1 .....	11
1. Introducción.....	11
1.1 Descripción del problema.....	13
1.2 Justificación del problema.....	13
1.3 Objetivos .....	14
1.3.1 Objetivo General.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos .....	14
1.4 Marco teórico .....	14
1.4.1 Micropaleontología .....	14
1.4.2 Marco Geográfico de la Zona de Estudio .....	16
1.4.3 Marco Tectónico–Estructural.....	16
1.4.4 Estratigrafía de la Cuenca Manabí .....	19
CAPÍTULO 2 .....	36
2. Metodología.....	36
2.1 Construcción de base de datos.....	42
2.2 Métodos cuantitativos .....	44

2.2.1	Construcción de tablas de alcances bioestratigráficos y de distribución y frecuencias.....	44
2.3	Correlación Gamma Ray–Litología .....	45
CAPÍTULO 3 .....		46
3.	Resultados Y Análisis.....	46
3.1	Intervalo 260' – 1520' Plioceno Temprano (5.33 – 3.6 Ma) N19 – N18.....	47
3.2	Intervalo 1520' – 2010' Mioceno Tardío (11.63 – 5.333 Ma) N16 .....	48
3.3	Intervalo 2010' – 4480' Mioceno Medio (13.82 – 11.63) Zona NN8 – NN7 .	49
3.4	Intervalo 4480' a 5025' Mioceno Medio temprano (15.97 – 13.82) Zona N9 51	
3.5	Intervalo 5025' – 6650' Mioceno Temprano (23.03' – 15.97' Ma) N8–N4/ NN5– NN1	52
3.6	Intervalo 6650' – 7473' Oligoceno Tardío (27.80 – 23.03 Ma) P22/ NP25 ..	53
3.7	Intervalo 7473' – 7715' Oligoceno Medio (27.82 – 27.80 Ma) NP23.....	54
3.8	Intervalo 7715' – 8340' Oligoceno Temprano (33.9 – 27.82 Ma) NP22 .....	55
3.9	Intervalo 8340' – 9030' Eoceno Medio – Eoceno Tardío (41.2 – 33.9) NP17– NP19/20 .....	57
3.10	Correlación Gamma Ray y Sísmica .....	61
3.10.1	Onzole Superior desde 260' – 1520' (Plioceno Temprano).....	62
3.10.2	Onzole Inferior desde 1520' – 2010' (Mioceno Tardío).....	62
3.10.3	Angostura desde 2010' – 4120' (Mioceno Medio) .....	62
3.10.4	Subibaja desde 4120' – 5025' (Mioceno Medio temprano).....	63
3.10.5	Villingota + Dos Bocas desde 5025' – 6650' (Mioceno Temprano) .....	63
3.10.6	Pambil desde 6650' – 7473' (Oligoceno Tardío).....	64
3.10.7	Playa Rica desde 7473' – 8340' (Oligoceno Temprano – Oligoceno Medio)	64

3.10.8 Zapallo desde 8340' – 9030' (Eoceno Medio – Eoceno Tardío).....	65
3.11 Discusión .....	66
CAPÍTULO 4 .....	71
4. Conclusiones y Recomendaciones .....	71
4.1 Conclusiones.....	71
4.2 Recomendaciones .....	73
BIBLIOGRAFÍA .....	74
APÉNDICES .....	77

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra
CIGQ	Centro de Investigaciones Geológicas Quito
EP	Empresa pública
aff.	Afinidad con una especie conocida
sp.	Identificado a nivel genérico (singular)
spp.	Identificado a nivel de genérico (plural)
Fm.	Formación
'	Pies

## SIMBOLOGÍA

g	Gramo
Cu	Cobre
H	Hidrógeno
Cl	Cloro
N	Nitrógeno
S	Azufre
O	Oxígeno
Ni	Níquel
V	Vanadio
TOC	Carbono Orgánico Total
HI	Índice de Hidrógeno
µm	Micras
m	Metro
mm	Milímetros
°C	Grados centígrados



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Foraminífero planctónico (a): <i>Catapsydrax stainforthi</i> ; edad: Mioceno Temprano. Foraminífero bentónico (b): <i>Quinqueloculina lamarckiana</i> d'Orbigny; edad: Plioceno – Holoceno. Nanofósiles calcáreos (c): <i>Cocoesfera de Biantholithus sparsus</i> edad: Palinomorfos: <i>Crassoretitriletes vanraadshooveni</i> ; edad: Mioceno Temprano tardío – Pleistoceno. Fotos de Ordóñez et al., (2006) y Mai et al., (1997) .....	15
Figura 1.2 Mapa de la zona de estudio (a y b) contexto regional, (c) contexto local (Modificado por autores) .....	16
Figura 1.3. Mapa tectónico-estructural de la Cuenca de Manabí. Obtenido de Hernández, (2020). (Modificado por autores).....	18
Figura 1.4. Bioestratigrafía del Pozo Ricaurte -1 de la Cuenca Manabí. Formaciones geológicas según Benítez (1995). Litología según TEXACO – PECTEN (1998). (*) Marcadores Zonales. (Modificada por autores).....	34
Figura 1.5 Zonas bioestratigráficas (Modificada por autores) .....	35
Figura 2.1. Esquema metodológico implementado. (Modificado por autores).....	36
Figura 2.2. Ejemplos de muestras a triturar con el mortero de porcelana .....	39
Figura 2.3. Ejemplo del uso del método del levigado (a) procesamiento de las muestras en peróxido de hidrógeno, (b) tamices N°60, N°230 (c) lavado de muestras y (d) secado de muestras en plancha de calentamiento .....	40
Figura 3.1 Distribución Batimétrica del pozo Ricaurte-1.....	46
Figura 3.2: Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Plioceno Temprano .....	47
Figura 3.3 Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Mioceno Tardío .....	49
Figura 3.4 Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Mioceno Medio.....	50
Figura 3.5 Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Mioceno Temprano .....	52
Figura 3.6 Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Oligoceno Tardío.....	54

Figura 3.7 Alcance bioestratigráfico de las especies usadas para definir el Oligoceno Medio. ....	55
Figura 3.8 Alcance bioestratigráfico de las especies usadas para definir el Oligoceno Temprano.....	56
Figura 3.9 Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Eoceno Medio–Eoceno Tardío.....	57
Figura 3.10 Correlación de las Zonas bioestratigráficas de especies marcadoras en el pozo Ricaurte –1. ....	59
Figura 3.11 Bioeventos .....	60
Figura 3.12 Correlación Sísmica, Litológica, Bioestratigráfica y GR .....	61
Figura 3.13 Actualización de la bioestratigrafía, topes y bases formacionales .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción de rípios muestreados y muestras tomadas para el método de levigado.....	37
Tabla 2.2 Cantidad (g) obtenida en cada Tamiz .....	40
Tabla 2.3 Datos iniciales proporcionados por EP PETROECUADOR .....	42
Tabla 2.4 Base de datos .....	43
Tabla 2.5 Edades Relativas y Absolutas, implementadas en la base de Datos .....	44
Tabla 2.6 Simbología de la tabla de Frecuencia .....	45

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Las Cuencas de antearco se localizan entre la trinchera oceánica y el arco magmático, son una deformación total del prisma de acreción como resultado de los procesos generados en los márgenes de subducción que manifiestan el movimiento de las placas de subducción y superposición (Hartley et al., 2000; Dickinson, 1979). Las cuencas de antearco son elementos importantes en los límites de placas convergentes por la ocurrencia de terremotos o como vías de transporte y depositación de sedimentos de espesores kilométricos (Encinas et al., 2012; Noda, 2016; Hernández et al., 2020). El relleno sedimentario se rige por el régimen tectónico de erosión y acreción (Aizprua et al., 2019), proporciona información sobre el magmatismo, actividad tectónica, eventos eustáticos, paleogeografía y su registro sedimentario representa un gran potencial para la acumulación de recursos naturales como pétreos, petróleo y gas (Lutz et al., 2011).

En Ecuador, la cuenca de antearco corresponde a una gruesa secuencia sedimentaria comprendida al sur por el golfo de Guayaquil, al norte por Esmeraldas, al este por la cordillera costera y al oeste por el Océano Pacífico (Deniaud, 2000; Hernández et al., 2020), la cual se ha subdividido en cuencas onshore como Progreso, Borbón y Manabí (Witt et al., 2019; Benítez, 1995; Ordóñez et al., 2006). La Cuenca de Manabí está ubicada al NO de la costa ecuatoriana y es la más grande de las cuencas costeras del Terciario en Ecuador (Whittaker, 1988; Ordóñez et al., 2006). La Cuenca de Manabí ha sido estudiada con métodos geofísicos (p. ej. análisis espectral de anomalías gravimétricas y magnéticas para establecer un modelo de la estructura de la corteza de antearco de Ecuador (Aizprua et al., 2020), sísmica de reflexión 2D para determinar la evolución estructural, estratigrafía sísmica del NO de la cuenca y los principales sistemas de fallas (Hernández et al., 2020) cuyos resultados se basan en datos geológicos, estratigráficos, perfiles sísmicos, registros eléctricos, correlaciones cronoestratigráficas y bioestratigráficas de pozos exploratorios por medio de la micropaleontología (Benítez, 1995; Ordóñez et al., 2006).

La micropaleontología es una herramienta geológica utilizada en las perforaciones petroleras para realizar dataciones con ripios y núcleos de corona mediante el estudio del

microfósil. En la industria petrolera, los microfósiles de composición calcárea son los más utilizados en estudios bioestratigráficos, principalmente foraminíferos (planctónicos – bentónicos) y nanofósiles calcáreos por su registro confiable en ambientes marinos. Sin embargo, en ocasiones, no se presenta un registro de microfósiles calcáreos o son raros en el residuo estudiado, por consiguiente, esto imposibilita tener un control biocronológico de las unidades litoestratigráficas. Las restricciones son compensadas aplicando la bioestratigrafía integrada de otros microfósiles como los palinomorfos complementando las herramientas bioestratigráficas y paleoambientales utilizadas en la exploración petrolera.

El petróleo es una mezcla natural compuesta en su mayoría por hidrocarburos (C, H) también, S, N, O, en menor proporción metales pesados y biomarcadores como Ni y Va. (Lorenzo & Morato, 2018; Fagan, 1991). El petróleo es un recurso no renovable y la principal fuente de energía del país. La empresa petrolera EP–PETROECUADOR evaluó el potencial hidrocarburífero de la Cuenca de Manabí utilizando datos de geología de superficie (p. ej. datos bioestratigráficos, mapas geológicos, mapas estructurales, emanaciones de HC), métodos indirectos (p. ej. gravimétricos y magnetométricos), registros eléctricos y esquemas mecánicos de pozos como el de Ricaurte –1. TXC PECTEN – Core Laboratories realizó análisis de rocas sedimentarias que varían en edad desde el Plioceno Temprano hasta el Cretácico Tardío, límites de edad, litologías, ambiente deposicional, contenido de Carbono Orgánico Total (TOC), presencia de madurez e Índice de Hidrógeno (HI) en el pozo Ricaurte –1 desde una profundidad de 100 hasta 14577 pies.

El pozo exploratorio Ricaurte –1 es utilizado como guía por su información micropaleontológica, geoquímica orgánica, formaciones geológicas y bioestratigrafía (TXC PECTEN, 1988) en los primeros 400 pies documentadas por (Ordóñez et al., 2006; Benítez, 1995). El presente proyecto pretende contribuir con información estratigráfica y bioestratigráfica actualizada del pozo Ricaurte –1, por medio de la interpretación bioestratigráfica integrada para la definición de edades, paleoambientes, bases y topes formacionales para la comprensión de la evolución y ambiente geológico.

## **1.1 Descripción del problema**

En la Cuenca de Manabí existen 8 pozos perforados, uno de ellos es el pozo exploratorio Ricaurte –1, ubicado en el cantón Chone, provincia de Manabí. El pozo Ricaurte –1 fue perforado en el centro de la cuenca por la compañía TXC PECTEN en 1987 y presenta una profundidad de 14577 pies. La empresa EP PETROECUADOR dispone de información sobre registros eléctricos, sónicos, sismogramas sintéticos, perfiles sísmicos, datos litoestratigráficos, micropaleontológicos y análisis de las formaciones sedimentarias, entre otras, obtenidas por Core Laboratories. Sin embargo, existe una ambigüedad al complementar las interpretaciones de cada parámetro. Los datos geofísicos no corresponden con los datos bioestratigráficos lo cual puede incurrir en un error para establecer los bases, topes formacionales, edades relativas y paleoambientes. La ambigüedad afecta el sector petrolero ya que las interpretaciones influyen en las actividades exploratorias del sector y un análisis incorrecto conlleva a resultados deficientes y, por consiguiente, errores en la caracterización de los elementos constituyentes del sistema petrolífero.

## **1.2 Justificación del problema**

El Ecuador es un país exportador de hidrocarburos, el petróleo presenta un PIB de 4.4%, se explota en la península de Santa Elena, en la Amazonía y es una de las principales fuentes de ingresos para el Estado; siendo un sector estratégico para la economía del país. Por esta razón, es fundamental expandir la frontera petrolera cuyas operaciones deberán apoyarse en la inversión del conocimiento geológico y alianzas estratégicas entre otras. Los estudios exploratorios en otras zonas del Ecuador requieren estudios estratigráficos y bioestratigráficos actualizados cuyos resultados sean precisos y muestren una definición del tiempo y espacio de las formaciones geológicas para una mayor certitud en la prospección de la roca madre, trampas estratigráficas o estructurales, roca almacén y sello. Asimismo, la determinación de edades relativas es fundamental para elaborar un análisis de cuencas sedimentarias y sus sistemas de depósito para desarrollar un modelo estático–dinámico del reservorio, contribuyendo así en el desarrollo de la industria y economía del país. La importancia de contar con una alta resolución biocronología del pozo ha retomado interés por parte de EP PETROECUADOR en documentar los conjuntos de microfósiles de 823 muestras. El trabajo nace de la necesidad de EP PETROECUADOR de continuar con los estudios de las cuencas sedimentarias del litoral ecuatoriano e incorporar nuevas

reservas de gas y petróleo en cantidades comerciales y por ello, es fundamental un control cronoestratigráfico de las secuencias sedimentarias perforadas en la cuenca y su reevaluación en las zonas ya estudiadas para realizar correlaciones confiables entre las unidades estratigráficas.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Actualizar la información estratigráfica y bioestratigráfica del pozo Ricaurte –1, mediante la interpretación de la bioestratigrafía integrada para la definición de edades, paleoambientes, bases y topes formacionales.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

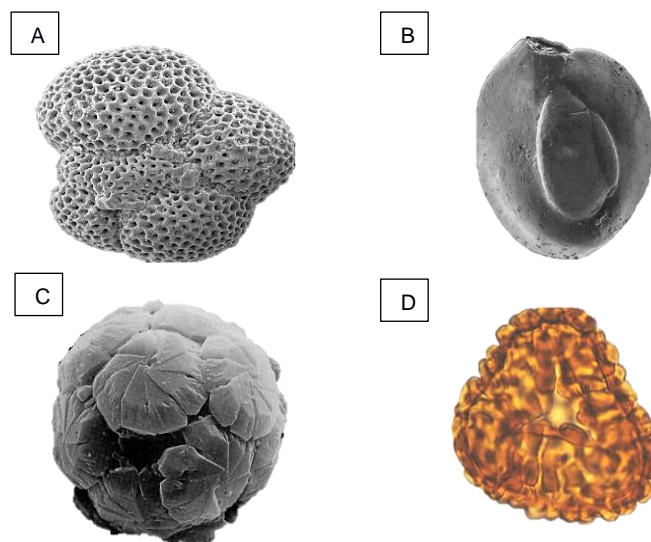
1. Caracterizar las litologías en relación con los ripios de perforación y los registros eléctricos para definir los topes y bases formacionales del pozo.
2. Determinar las asociaciones microfósilíferas de foraminíferos, nanoplancton calcáreo y palinomorfos, abundancia relativa a partir de la información existente y preparación de ripios de perforación.
3. Determinar la edad relativa y paleoambientes en los topes y bases formacionales y límites de secuencias estratigráficas usando principios de bioestratigrafía.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Micropaleontología**

La micropaleontología es una disciplina relativamente reciente de la paleontología que estudia los microfósiles que, en su mayoría, presentan una gran abundancia y amplia distribución en las rocas sedimentarias (Molina, 2004; Ordóñez et al., 2006). La micropaleontología proporciona datos de tipo evolutivo, paleoecológico, bioestratigráfico para definir estratotipos de límite entre formaciones geológicas. Los microfósiles típicos son los foraminíferos (planctónicos y bentónicos), diatomeas, nanofósiles calcáreos, radiolarios y palinomorfos, mismos que, presentan una variada morfología o composición química, según sus propiedades originales y las condiciones en que se conservan (Javaux & Benzerara, 2009). La palabra foraminíferos proviene del vocablo Foramina (agujeros) y Feros (el que lleva); es decir, el que lleva agujeros ya que la pared de su testa presenta perforaciones, son microfósiles de facies con tamaños entre 0,3 y 1mm y son característicos

de edades y ambientes. Los foraminíferos planctónicos son organismos de ambiente estenohalinos, se encuentran en la zona fótica entre 50 a 100 m de profundidad; su distribución estratigráfica es desde el Jurásico Medio hasta el Holoceno y son utilizados para la datación relativa de los sedimentos (Loeblich & Tappan, 1988; Ordóñez et al., 2006). Los foraminíferos bentónicos son organismos de ambientes hipersalinos, fijos al sustrato, presentan una distribución estratigráfica desde el Cámbrico hasta la actualidad y son útiles para determinar los paleoambientes. Los nanofósiles calcáreos son un grupo heterogéneo de formas similares a escudos microscópicos de calcita, secretados por las algas, su tamaño es menor a 30  $\mu\text{m}$ , o 63  $\mu\text{m}$ , su distribución estratigráfica es desde Triásico Tardío hasta el Holoceno, son de ambientes marinos, salobres y sirven para estudios de paleoambientes, corrientes oceánicas y edades relativas (Molina, 2004; Ordóñez et al., 2006). Los principales palinomorfos son polen y esporas, generalmente su tamaño es entre 5 y 200  $\mu\text{m}$ , están constituidos en parte por moléculas orgánicas como la esporopolenina o quitina, son resistentes al ácido clorhídrico y fluorhídrico e insolubles a solventes orgánicos y su distribución estratigráfica es desde el proterozoico hasta la actualidad (Bercovici & Vellekoop, 2017) (Figura 1.1).

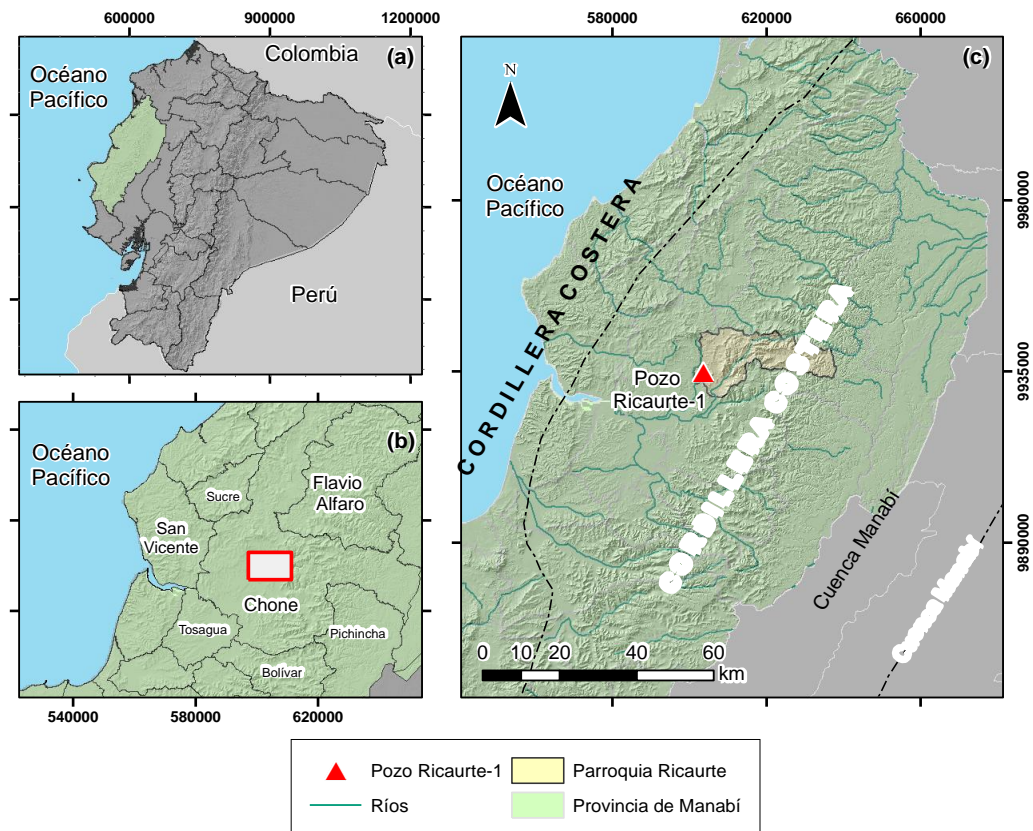


**Figura 1.1** Foraminífero planctónico (a): *Catapsydrax stainforthi*; edad: Mioceno Temprano. Foraminífero bentónico (b): *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny; edad: Plioceno – Holoceno. Nanofósiles calcáreos (c): *Cocoesfera de Biantholithus sparsus* edad: Palinomorfos: *Crassoretitriteles vanraadshooveni*; edad: Mioceno Temprano tardío – Pleistoceno. Fotos de Ordóñez et al., (2006) y Mai et al., (1997)



## 1.4.2 Marco Geográfico de la Zona de Estudio

El Pozo Ricaurte -1 se localiza en la Provincia de Manabí – Cantón Chone, en las coordenadas UTM Datum WGS 84 (609364, 9945681, 166.69). El pozo se perforó en 1987 por TEXACO PETROLEUM COMPANY alcanzando una profundidad de 14.577 pies (TXC PECTEN, 1988) (Figura 1.2).



**Figura 1.2** Mapa de la zona de estudio (a y b) contexto regional, (c) contexto local (Modificado por autores)

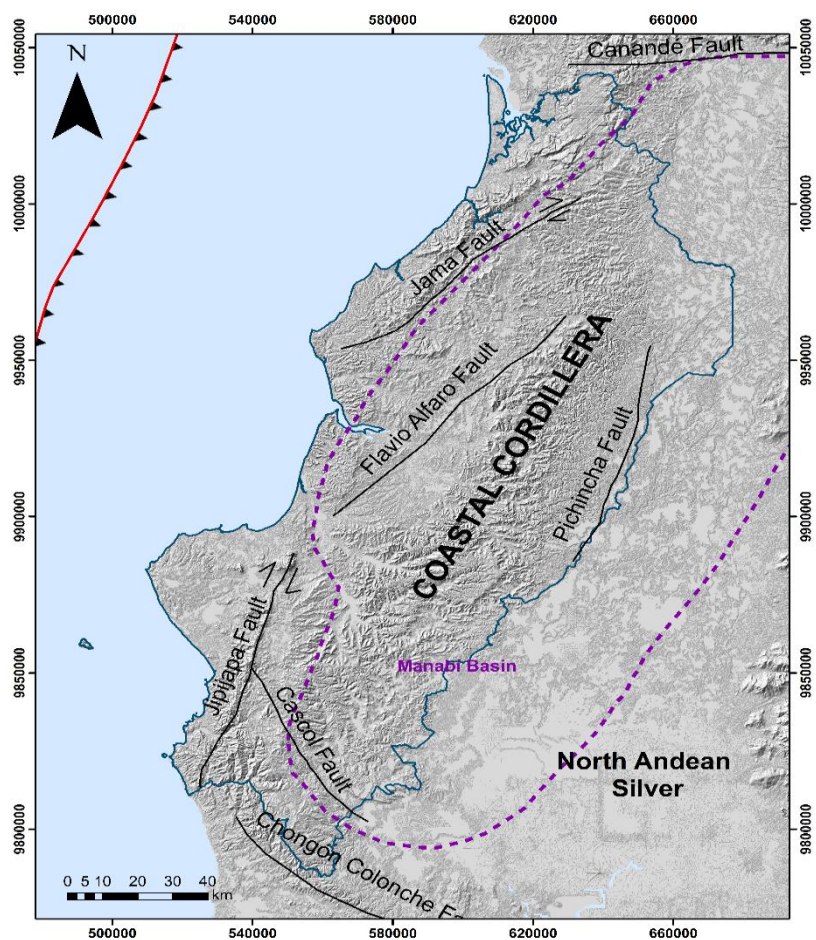
## 1.4.3 Marco Tectónico–Estructural

### 1.4.3.1 Cuenca Manabí

La zona de antearco del Ecuador está constituida por bloques tectonoestratigráficos de origen oceánico delimitados por fallas corticales que controlan la distribución de las cuencas (Luzieux et al., 2006; Hernández et al., 2020). La Cuenca de Manabí pertenece a la cuenca de antearco doble y está dividida de la cuenca antearco exterior por la cordillera costera (Hernández et al., 2020). La Cuenca de Manabí presenta una extensión de 250 km en dirección NNE (Whittaker, 1988) un espesor de 7km y está comprendida entre el

pedemonte de la cordillera occidental al este, la Cordillera de Chongón Colonche al Sur y por la Cordillera de Jama Coaque al NE (Figura 1.3) (Deniaud, 2000; Ordóñez et al., 2006). De acuerdo con Deniaud, (2000), la cronología de deformaciones, el relleno y registro sedimentario sustentan tres etapas en la evolución neógena de las cuencas de antearco ecuatorianas. En el Mioceno inferior – medio, una serie arcillosa se depositó en el antearco y las Cuencas Progreso y Manabí se separaron. Desde el Mioceno medio, se depositaron principalmente areniscas que evidencian el inicio del levantamiento de las cordilleras. A partir del Plioceno, la Cuenca de Manabí y Progreso emergen gradualmente e inicia la apertura del Golfo de Guayaquil en el Pleistoceno inferior; siendo esta la etapa principal de acumulación en la zona de antearco. Las cuencas de antearco Manabí, Progreso y el hundimiento de las Cuencas Borbón y Golfo de Guayaquil representan la influencia en la región de antearco de cordillera de Carnegie cuyo movimiento es datado en el Mioceno tardío.

La tectónica de la Cuenca Manabí muestra dos principales fallas de orientación. Las fallas Jipijapa y Jama con dirección N10–N30 que son un sistema de fallas dextrales con estructuras de flor positiva que afectan los depósitos del Cretácico–Paleoceno. La apertura de la Cuenca de Manabí se desarrolla en una zona de transferencia entre la falla Jama y la prolongación del sistema de falla de Jipijapa con orientación N100–N120. El sistema de fallas de Jama forma un cinturón de fallas paralelas que muestran una estructura de flor positiva en cuencas “Pull apart” que está activo desde el Paleoceno temprano hasta el Neógeno (Reyes, 2013).



**Figura 1.3.** Mapa tectónico-estructural de la Cuenca de Manabí. Obtenido de Hernández, (2020). (Modificado por autores)

#### **1.4.3.2 Estructura Ricaurte**

El pozo Ricaurte –1 se perforó en la estructura Ricaurte y se desarrolla sobre una falla normal de rumbo Oeste–Noroeste (WNW) al Este–Sureste (ESE), con buzamiento y bloqueo hacia el Sur. Esta falla llega al basamento y afecta la cubierta sedimentaria hasta el Paleoceno. En el Eoceno y Mioceno inferior, existen pequeñas fallas sintéticas y antisintéticas generando los últimos juegos de falla principal. La estructura está sellada por depósitos del Mioceno Superior, marcando el límite entre dos bloques basculados hacia el Norte.” (Deniaud, 1998).

#### 1.4.4 Estratigrafía de la Cuenca Manabí

##### 1.4.4.1 Formación Cayo

**Litología:** Deniaud, (1998) define la Fm. Cayo como una secuencia que sobreyace concordantemente a la Fm. Calentura y está conformada por una secuencia de 2000 – 3000 m de espesor con lutitas, areniscas, conglomerados volcanoclasticos de grano grueso, intercalaciones de arcillas y flujos de detritos en su base debido a la actividad volcánica.

**Edad:** Dado el contenido de foraminíferos planctónicos, Luzieux et al., (2006) proponen una edad del Campaniano Medio.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un ambiente batial a abisal (Ordóñez et al., 2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006), a una profundidad de 11400' – 14510', la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos bentónicos: *Bathysiphon* sp., *Bolivina incrassata*, *Bolivina* sp., *Cibicides subcarinatus*, *Cibicides* sp., *Dentalina* cf. *confluens*, *Eponides* sp., *Nonionella cretacea*, *Nonionella* sp., *Valvulineria* sp. y lituólido.

Foraminíferos planctónicos: *Hastigerinoides watersi* y *Schackoina* sp.

Nanofósiles Calcáreos: *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Arkhangelskiella scabrosa*, *Coccolithus paenepelagicus*, *Cretadiscus colatus*, *Cyclolithus* cf. *redimiculatus*, *Cyclolithus solidus*, *Discolithus octocentralis*, *Eiffelithus* cf. *octoradiatus*, *Heliolithus* spp., *Markalius* cf. *inversus*, *Micula staurophora*, *Micula decussata*, *Micula* sp., *Nannoconus* cf. *farinacciae*, *Quadrum gothicum*, *Reinhardtites anthophorus*, *Tetralithus* spp., *Watznaueria barnesae*, *Watznaueria britannica*, *Watznaueria* sp. y *Zygodiscus* cf. *Sisyphus*.

##### 1.4.4.2 Formación Guayaquil

**Litología:** Benítez, (1990) considera que esta formación sobreyace la Fm. Cayo ss y está compuesta por 2 miembros: inferior y superior. La formación aflora en las cordilleras Costera y Chongón Colonche y se encuentra en el pozo Ricaurte –1. El Miembro inferior se

encuentra en un intervalo de 11360' – 9970' de profundidad y presenta una secuencia de limolitas tobáceas, lutitas grises azuladas y areniscas tobáceas finas, y al tope de la serie presencia de cherts. Mientras que, el miembro superior está presente en el intervalo 9950' – 9190' de profundidad con lutitas silíceo – calcáreas, gris a negras y arcillolitas tobáceas.

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, Ordóñez et al., (2006), el miembro inferior pertenece a una edad de Campaniano medio – Maastrichtiano inferior en el intervalo 11360' – 10800' y de Maastrichtiano en el intervalo 10710' – 9970' y la edad del miembro superior es Paleoceno.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero proporciona un ambiente marino profundo de plataforma externa a batial de 200 – 500 m de profundidad y en el Paleoceno Tardío existe una somerización debido al mayor contenido de foraminíferos calcáreos.

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006), a una profundidad de 9950' – 9190', la asociación microfósilífera del miembro superior es:

Foraminíferos bentónicos: *Ammodiscus* cf. *glabratus*, *Ammodiscus* sp., *Anomalina* cf. *spissiformis*, *Anomalina* spp., *Anomalinoides alazanensis*, *Anomalinoides* sp., *Bathysiphon gerochi*, *Bathysiphon* spp., *Bolivina alazanensis*, *Bulimina* aff. *lineata*, *Bulimina midwayensis*, *Bulimina* sp., *Cassidulina globosa*, *Cibicides coryelli*, *Cibicides* spp., *Clavulina* spp., *Clavulinoides eucarinatus*, *Dentalina* sp., *Ellipsoglandulina?* *multicostata*, *Ellipsonodosaria* sp., *Epistomina* spp., *Eponides umbonatus*, *Eponides* spp., *Globobulimina* sp., *Gyroidina girardana*, *Gyroidina octocamerata*, *Gyroidina perampla*, *Gyroidina soldanii*, *Haplophragmoides carinatum*, *Haplophragmoides* cf. *chapmani*, *Haplophragmoides* cf. *nonioninoides*, *Haplophragmoides* cf. *obliquicameratus*, *Haplophragmoides* spp., *Heterolepa* cf. *reussi*, *Hoeglundina elegans*, *Hoeglundina* sp., *Lagena* sp., *Lenticulina americana*, *Lenticulina clericii*, *Lenticulina* cf. *macrodiscus*, *Lenticulina* aff. *mayi*, *Melonis* sp., *Nodosaria consobrina*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria* spp., *Nonionella* sp., *Oridorsalis ecuadorensis*, *Pleurostomella alternans*, *Pleurostomella* spp., *Pseudoglandulina laevigata*, *Pseudoglandulina* cf. *turbinata*, *Pseudonodosaria* sp., *Pullenia bulloides*, *Pullenia* sp., *Spiroplectamina adamsi*, *Stilostomella* sp., *Uvigerina* spp., *Valvulina* sp., *Valvulineria* cf. *samanica*, *Valvulineria subbadenensis*, *Valvulineria suturalis* y *Valvulineria* spp.



Foraminíferos planctónicos: *Globigerina linaperta*, *Globigerina* cf. *stonei*, *Globigerina triloculinoidea*, *Globigerina* sp., *Globorotalia pseudobulloidea* y *Globorotalia* spp.

Nanofósiles calcáreos: *Chiasmolithus bidens*, *Chiasmolithus consuetus*, *Chiasmolithus* cf. *gigas*, *Chiasmolithus* spp., *Coccolithus crassus*, *Coccolithus cavus*, *Coccolithus* spp., *Cruciplacolithus tenuis*, *Cyclagelosphaera alta*, *Cyclagelosphaera* sp., *Discoaster elegans*, *Discoaster* sp., *Ericsonia cava*, *Ericsonia robusta*, *Fasciculithus* cf. *involutus*, *Fasciculithus* cf. *lillianae*, *Fasciculithus tympaniformis*, *Fasciculithus* spp., *Heliolithus kleimpellii*, *Heliolithus* sp., *Markalius* cf. *astroporus*, *Markalius inversus*, *Markalius* spp., *Neocrepidolithus* cf. *biskayae*, *Neococcolithes* spp., *Prinsius bisulcus*, *Sphenolithus primus*, *Sphenolithus* spp., *Toweius* cf. *eminens*, *Toweius callosus*, *Toweius pertusus* y *Toweius* sp.

A una profundidad de 11360' – 9970', la asociación microfósilífera del miembro inferior es:

Foraminíferos bentónicos: *Cibicides* sp., *Eponides* spp., *Haplophragmoides* sp., *Nodosaria* sp., *Pullenia cretacea*, *Sigmoilina* sp. y *Valvulineria* spp.

Foraminíferos planctónicos: *Archaeoglobigerina blowi* y *Heterohelix* spp.

Nanofósiles calcáreos: *Actinozygus* cf. *splendens*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Arkhangelskiella scapha*, *Braarudosphaera* cf. *bigelowii*, *Broinsonia parca*, *Coccolithus paenepelagicus*, *Chiastozygus amphipons*, *Cretarhabdus* spp., *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Cylindralithus gallicus*, *Cyclagelosphaera* cf. *reinhardtii*, *Cyclagelosphaera* sp., *Eiffelithus octoradiatus*, *Micula* cf. *concava*, *Micula staurophora*, *Nannoconus* spp., *Prolatipatella multicarinata*, *Quadrum gothicum*, *Tetralithus* spp., *Watznaueria barnesae*, *Zygodiscus* cf. *laurus* y *Zygodiscus lacunatus*.

#### 1.4.4.3 Formación Zapallo

**Litología:** Bristow & Hoffstetter, (1977) define en un intervalo 9140' – 8690' del Pozo Ricaurte –1 como una secuencia correlacionable litoestratigráfica y bioestratigráfica con la Fm. Zapallo (Cuenca Borbon). La Fm. Zapallo está compuesta por la Fm. Cerro y Fm. San Mateo; la Fm. Cerro está compuesta por lutitas calcáreas grises de 100 m de potencia, cuya edad es del Eoceno Medio y la Fm. San Mateo por lutitas grises a gris verdoso de 60 m de espesor en la base, arcillolitas grises y suaves en el tope y su edad es Eoceno Medio.

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, Ordóñez et al., (2006) proponen una edad de Eoceno Medio al Eoceno Tardío.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un ambiente marino de plataforma externa a talud superior de aguas cálidas (Ordóñez et al., 2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006), a una profundidad de 9140' – 8690', la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos bentónicos: *Ammodiscus arenaceus*, *Ammodiscus incertus*, *Anomalina chirana*, *Anomalinoides alazanensis*, *Anomalinoides aff. pompilioides*, *Anomalinoides sp.*, *Asterigerina sp.*, *Bathysiphon carapitanus*, *Bathysiphon eocenica*, *Bathysiphon sp.*, *Bolivina alazanensis*, *Bolivina sp.*, *Bulimina lineata*, *Bulimina ovata*, *Bulimina pupoides*, *Bulimina stalacta*, *Buliminella peruviana*, *Cassidulina globosa*, *Cassidulina subglobosa*, *Ceratobulimina alazanensis*, *Chilostomella sp.*, *Chilostomelloides oviformis*, *Cibicides coryelli*, *Cibicides floridanus*, *Cibicides mexicanus*, *Cibicides spp.*, *Cyclammina cf. cancellata*, *Cyclammina spp.*, *Dorothia sp.*, *Eggerella bradyi*, *Eggerella spp.*, *Eponides cocoaensis*, *Eponides umbonatus*, *Fissurina sp.*, *Gyroidina girardana*, *Gyroidina orbicularis*, *Gyroidina aff. soldanii*, *Guttulina irregularis*, *Haplophragmoides carinatum*, *Haplophragmoides spp.*, *Karrerella cf. nuttalli*, *Lagena asferoides*, *Lagena striata*, *Lenticulina americana*, *Lenticulina calcar*, *Lenticulina clericii*, *Lenticulina spp.*, *Lingulonodosaria sp.*, *Marginulinopsis sp.*, *Melonis affinis*, *Melonis pompilioides*, *Nodosaria consobrina*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria spp.*, *Nonion costiferum*, *Nonion ecuadoranum*, *Nonion planatum*, *Nonionella hantkeni*, *Oridorsalis ecuadorensis*, *Oridorsalis umbonatus*, *Pullenia bulloides*, *Pullenia quinqueloba*, *Pyrgo danvillensis*, *Pyrgo spp.*, *Quinqueloculina cf. contorta*, *Quinqueloculina laevigata*, *Quinqueloculina spp.*, *Rectuvigerina sp.*, *Sigmoilina tenuis*, *Sigmomorphina trinitatensis*, *Sphaeroidina bulloides*, *Sphaeroidina sp.*, *Spiroplectammina nuttalli*, *Stilostomella curvatura var. spinea*, *Textularia spp.*, *Triloculina sp.*, *Uvigerina gallowayi*, *Uvigerina mantaensis*, *Uvigerina peruviana*, *Uvigerina cf. multicostata*, *Uvigerina yazooensis*, *Uvigerina sp.*, *Vulvulina jarvisi* y *Vulvulina spinosa*.

Foraminíferos planctónicos: *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax unicavus*, *Clavigerinella eocanica eocanica*, *Clavigerinella eocanica jarvisi*, *Clavigerinella spp.*, *Globigerina*

*ampliapertura*, *Globigerina eocaena*, *Globigerina linaperta*, *Globigerina officinalis*, *Globigerina ouachitaensis*, *Globigerina pseudoampliapertura*, *Globigerina trilocularis*, *Globigerina tripartita*, *Globigerina venezuelana*, *Globorotalia bolivariana*, *Globorotalia* cf. *centralis*, *Globorotalia opima nana*, *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* y *Globorotalia* spp.

Nanofósiles calcáreos: *Chiasmolithus* spp., *Coccolithus bisectus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Coccolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Coronocyclus nitescens*, *Cribrocentrum reticulatum*, *Cyclicargolithus luminis*, *Cyclicargolithus marismontium*, *Cyclococcolithus floridanus*, *Dictyococcites bisectus*, *Dictyococcites abisectus*, *Dictyococcites* cf. *callidus*, *Dictyococcites scrippsae*, *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster* cf. *bifax*, *Discoaster* cf. *gemmifer*, *Discoaster saipanensis*, *Discoaster* cf. *saundersii*, *Discolithus* cf. *punctosus*, *Ericsonia formosa*, *Discoaster* sp., *Helicosphaera* cf. *compacta*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera lophota*, *Helicosphaera* cf. *reticulata*, *Helicosphaera seminulum*, *Helicosphaera* sp., *Lapideacassis* cf. *acatus*, *Pontosphaera multipora*, *Pontosphaera* sp., *Reticulofenestra dictyoda*, *Reticulofenestra hampdenensis*, *Reticulofenestra umbilica*, *Reticulofenestra* spp., *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus radians*, *Sphenolithus* sp., *Toweius* cf. *callosus* y *Zygodiscus sigmoides*.

#### 1.4.4.4 Formación Playa Rica

**Litología:** Benítez, (1995) define la formación como Playa rica como rocas del Oligoceno en el pozo Ricaurte -1 dentro del intervalo 8650' – 6450' pues, las lito y biofacies concuerdan con las de las de esta formación en la Cuenca Borbón. Presenta una potencia de 600 m, con rocas de grano fino, en la parte inferior intercalaciones de lutitas café oscuro con lutitas gris verdoso y areniscas muy finas. Hacia la parte superior, mayor cantidad de lutitas gris, calcáreas, y hacia el tope existen arcillolitas grises verdosas claro y 100 m bajo el tope, presencia de intercalaciones de areniscas lito – feldespática de 6' y 36' de potencia respectivamente.

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, Ordóñez et al., (2006) proponen una edad de Oligoceno Temprano.



**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un ambiente marino de plataforma externa a talud superior con aguas cálidas (Ordóñez et al., 2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006) en la profundidad de 8650' – 6450', la asociación microfósilífera es:

*Foraminíferos bentónicos:* *Allomorpha macrostoma*, *Allomorpha* sp., *Alvarezina cyclostomata*, *Ammodiscus arenaceus*, *Ammodiscus incertus*, *Anomalina* spp., *Anomalinoides alazanensis*, *Astacolus* sp., *Bathysiphon* aff. *carapitanus*, *Bathysiphon* spp., *Bolivina alazanensis*, *Bolivina* sp., *Bulimina affectata*, *Bulimina* cf. *alligata*, *Bulimina chirana*, *Bulimina* cf. *decussata*, *Bulimina falconensis*, *Bulimina* cf. *jarvisi*, *Bulimina lineata*, *Bulimina ovata*, *Bulimina* aff. *pseudoaffinis*, *Bulimina pupoides*, *Bulimina striata*, *Bulimina* sp., *Buliminella chirana*, *Buliminella ecuadorana*, *Buliminella peruviana*, *Cassidulina subglobosa*, *Cancris* sp., *Chilostomelloides oviformis*, *Ceratobulimina alazanensis*, *Cibicides* aff. *bradyi*, *Cibicides coryelli*, *Cibicides crebbsi*, *Cibicides floridanus*, *Cibicides* sp., *Cibicoides mundula*, *Clavulina cyclostomata*, *Clavulina* sp., *Cyclammina* cf. *deformis*, *Cyclammina cancellata*, *Cyclammina rotundidorsata*, *Cyclammina* spp., *Dentalina consobrina*, *Dentalina* aff. *pauperata*, *Dentalina* sp., *Eggerella bradyi*, *Eggerella* spp., *Ehrenbergina* sp., *Entosolenia staphylleria*, *Eponides* spp., *Fissurina* sp., *Fursenkoina pontoni*, *Glandulina laevigata*, *Globulina* sp., *Globobulimina aragonensis*, *Globobulimina arayanensis*, *Globobulimina* sp., *Guttulina irregularis*, *Guttulina jarvisi*, *Guttulina* sp., *Gyroidina* aff. *altiformis*, *Gyroidina girardana*, *Gyroidina scalata*, *Gyroidinoides braekhiana*, *Hanzawaia* sp., *Haplophragmoides carinatum*, *Haplophragmoides coronatum*, *Haplophragmoides* aff. *hockleyensis*, *Haplophragmoides* cf. *nonioninoides*, *Haplophragmoides* spp., *Hoeglundina elegans*, *Hopkinsina* sp., *Karriella alticamerata*, *Karriella* cf. *chilostoma*, *Karriella* spp., *Karriella globulifera*, *Lagena gracilicostata*, *Lagena* cf. *laevis*, *Lagena striata*, *Lenticulina americana*, *Lenticulina calcar*, *Lenticulina clericii*, *Lenticulina formosus*, *Lenticulina* cf. *mohnensis*, *Lenticulina occidentalis*, *Lenticulina* spp., *Laticarinina pauperata*, *Laticarinina* sp., *Marginulina subbullata*, *Marginulina* spp., *Martinottiella pallida*.

*Foraminíferos planctónicos:* *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax unicavus*, *Globigerina ampliapertura*, *Globigerina ampliapertura cancellata*, *Globigerina angiporoides*, *Globigerina* cf. *brevis*, *Globigerina ciperensis*, *Globigerina galavisi*, *Globigerina ouachitaensis*,

*Globigerina praebulloides*, *Globigerina praebulloides leroyi*, *Globigerina praebulloides occlusa*, *Globigerina prasaepis*, *Globigerina pseudoampliapertura*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerina winkleri*, *Globigerina yeguaensis*, *Globigerina* sp., *Globorotalia increbescens*, *Globorotalia opima nana*, *Globorotalia opima opima*, *Globorotalia siakensis*, *Globorotaloides suteri* y *Globorotalia* sp.

*Nanofósiles calcáreos*: *Chiasmolithus altus*, *Coccolithus abisectus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Coccolithus* cf. *miogammation*, *Coccolithus miopelagicus*, *Coccolithus pelagicus*, *Coronocyclus nitescens*, *Craspedolithus nitescens*, *Cyclococcolithus formosus*, *Cyclococcolithus floridanus*, *Cyclococcolithus* sp., *Discoaster deflandrei*, *Discoaster lidzii*, *Discoaster* cf. *nodifer*, *Discoaster saundersii*, *Discoaster tinguarensis*, *Discolithina* cf. *anisotrema*, *Discolithina* cf. *segmenta*, *Discolithina* spp., *Dictyococcites abisectus*, *Dictyococcites bisectus*, *Dictyococcites scrippsae*, *Ericsonia formosa*, *Ericsonia obruta*, *Helicopontosphaera* cf. *recta*, *Helicopontosphaera wilcoxonii*, *Helicosphaera compacta*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera oblicua*, *Helicosphaera paralela*, *Helicosphaera recta*, *Helicosphaera reticulata*, *Helicosphaera truncata*, *Orthorhabdulus serratus*, *Orthorhabdulus* spp., *Ortholithus* cf. *serratus*, *Pontosphaera* sp., *Pyrocyclus orangensis*, *Rhabdolithus* sp., *Rhabdosphaera* sp., *Reticulofenestra hampdenensis*, *Reticulofenestra hillae*, *Reticulofenestra lockeri*, *Reticulofenestra* cf. *scissura*, *Reticulofenestra* sp., *Sphenolithus ciperensis*, *Sphenolithus dissimilis*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus* cf. *pseudoradians*, *Sphenolithus* sp., *Triquetrorhabdulus* cf. *carinatus*, *Triquetrorhabdulus* sp. y *Zygrhablitis bijugatus*.

#### **1.4.4.5 Formación Dos Bocas**

**Litología:** Benítez, (1995) define la Fm. Dos Bocas como una serie de arcillolitas limosas laminadas, color chocolate, limolitas cafés y areniscas amarillentas en el tope. La variación de la litología ocurre principalmente por concreciones calcáreas y vetas de yeso, además estudios realizados por Bristow & Hoffstetter, (1977) han permitido encontrar capas de lignito, calizas arcillosas, bentonita y la Fm. comprende el intervalo 8650' – 6450' del pozo Ricaurte –1.

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, Ordóñez et al., (2006) proponen una edad del Oligoceno Superior hacia el Mioceno Medio.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un paleoambiente marino de plataforma externa a talud superior (Ordóñez et al., 2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006), la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos bentónicos: *Astacolus ovatus*, *Bathysiphon* sp., *Bolivina advena*, *Bolivina arta*, *Bolivina bicostata*, *Bolivina cuadriae*, *Bolivina isidroensis*, *Bolivina marginata*, *Bolivina multicostata*, *Bolivina pisciformis*, *Bolivina* sp., *Bulimina striata*, *Bulimina uvigerinaformis*, *Bulimina* sp., *Buliminella curta*, *Buliminella ecuadorana*, *Buliminellita mirifica*, *Cassidulina californica*, *Cassidulina delicata*, *Cibicidoides floridanus*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicides matanzasensis*, *Cibicides* sp., *Ecuadorota bristowi*, *Hanzawaia americana*, *Hanzawaia concentrica*, *Hanzawaia* sp., *Haplophragmoides carinatum*, *Haplophragmoides* spp., *Lenticulina americana*, *Lenticulina senni*, *Lenticulina* spp., *Melonis affinis*, *Melonis agrestis*, *Nodosaria lamellata*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria vertebralis*, *Nodosaria* sp., *Nonionella* sp., *Plectofrondicularia californica*, *Pseudononion obductus*, *Pseudononion pizarrensis*, *Rectuvigerina transversa*, *Siphogenerina lamellata*, *Sphaeroidina bulloides*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina gallowayi*, *Uvigerina multicostata*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina* sp. y *Valvulineria venezuelana*.

Foraminíferos planctónicos: *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Catapsydrax unicavus*, *Catapsydrax* sp., *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina euapertura*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerina tripartita*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerina* spp., *Globorotalia continuosa*, *Globorotalia obesa*, *Globorotalia siakensis*, *Globorotalia opima nana / continuosa*, *Globorotalia* sp., *Globigerinita incrusta*, *Globigerinita* sp., *Globigerinoides diminutus*, *Globigerinoides quadrilobatus altiapertura*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides quadrilobatus primordius*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides* sp. y *Globoquadrina altispira globosa*.

Nanofósiles calcáreos: *Coccolithus miopelagicus*, *Coccolithus* sp., *Sphenolithus moriformis* y *Helicosphaera kamptneri*.

#### 1.4.4.6 Formación Tosagua

**Litología:** Benítez, (1995) define esta Fm. como rocas del Mioceno de la cuenca; siendo el equivalente estratigráfico de las Fm. Dos Bocas, Villingota y Subibaja, de la Cuenca Progreso. En el pozo Ricaurte -1 existe el intervalo 6400' – 3350' en donde están las facies Dos Bocas + Villingota compuestas por lutitas gris verdosas, algo calcáreas 1500' de lutitas gris verdosas a azuladas, ligeramente calcáreas y presencia de margas.

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, Ordóñez et al., (2006) proponen una edad del Mioceno Temprano medio.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un paleoambiente marino de Plataforma externa a Talud superior, somerizándose hacia Fm. Subibaja (Ordóñez et al., 2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006), la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos bentónicos: *Alvarezina cyclostomata*, *Ammodiscus incertus*, *Amphicoryna hirsuta*, *Anomalinoidea cicatricosa*, *Anomalinoidea* spp., *Astacolus* cf. *ovatus*, *Astacolus subtilus*, *Astacolus* sp., *Bathysiphon* spp., *Bolivina pisciformis*, *Bolivina marginata*, *Bulimina alligata*, *Bulimina pupoides*, *Bulimina ovata*, *Bulimina striata*, *Buliminella ecuadorana*, *Cassidulina subglobosa*, *Ceratobulimina alazanensis*, *Cibicides crebsi*, *Cibicides floridanus*, *Cibicides trinitatensis*, *Cibicoides* cf. *mundula*, *Cibicides bradyi*, *Cibicides coryelli*, *Chilostomella* sp., *Dentalina* spp., *Eggerella bradyi*, *Eponides umbonatus*, *Fissurina marginata*, *Glandulina laevigata*, *Glandulina* sp., *Globobulimina alazanensis*, *Globobulimina* cf. *gibba*, *Guttulina jarvisi*, *Guttulina irregularis*, *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina* cf. *girardana*, *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia concentrica*, *Haplophragmoides* spp., *Hoeglundina elegans*, *Hopkinsina ecuadorensis*, *Karrerella* cf. *bradyi*, *Lagena* cf. *acusticostata*, *Lagena asperoides*, *Lagena striata*, *Lagena substriata*, *Laticarinina pauperata*, *Lenticulina americana*, *Lenticulina calcar*.

Foraminíferos planctónicos: *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Catapsydrax unicavus*, *Globigerina angustiumbilicata*, *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina tripartita*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerina woodi*, *Globigerinita incrusta*, *Globigerinita* spp., *Globigerinoides quadrilobatus primordius*, *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides* aff.

*transitoria*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globoquadrina larmeui*, *Globorotalia cf. continua*, *Globorotalia obesa*, *Globorotalia siakensis* y *Globorotaloides suteri*.

Nanofósiles calcáreos: *Calcidiscus leptoporus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Coccolithus miogammation*, *Coccolithus miopelagicus*, *Coccolithus neogammation*, *Coccolithus orbis*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus spp.*, *Cyclococcolithus floridanus*, *Discoaster aulakos*, *Discoaster deflandrei*, *Discoaster druggii*, *Discoaster lidzii*, *Discoaster nephados*, *Discoaster perplexus*, *Discoaster sanmiguelensis*, *Discoaster cf. saundersii*, *Discoaster trinidadensis*, *Discoaster variabilis*, *Discoaster spp.*, *Discolithina vigintiforata*, *Discolithina spp.*, *Dictyococcites antarcticus*, *Dictyococcites productus*, *Dictyococcites sp.*, *Helicosphaera ampliapertura*, *Helicosphaera kamptneri*, *Helicosphaera mediterranea*, *Helicosphaera obliqua*, *Helicosphaera parallela*, *Helicosphaera cf. scisura*, *Helicosphaera truempyi*, *Helicosphaera spp.*, *Ilseolithina fusa*, *Pyrocyclus hermosus*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus dissimilis*, *Sphenolithus heteromorphus*, *Sphenolithus moriformis* y *Triquetrorhabdulus cf. carinatus*.

#### **1.4.4.7 Formación Subibaja**

**Litología:** Bristow & Hoffstetter, (1977) define esta Fm. como limolitas compactas con abundantes foraminíferos en la parte inferior “Saiba”, en la parte superior “Zacachún” presenta limolitas grises verdosas, fases arenosas y arcillosas, lutitas grises como capas delgadas, también, existen minerales como pirita, micas, glauconita y la Fm. se encuentra en el intervalo 4860’ – 3350’ en el pozo Ricaurte –1.

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, Ordóñez et al., (2006) proponen una edad del Mioceno medio hasta el Mioceno superior.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un paleoambiente marino con talud superior proveniente de plataforma externa Ordóñez et al., (2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006), la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos bentónicos: *Bolivina cf. advena*, *Bolivina pisciformis*, *Bolivina plicata*, *Brizalina mantaensis mantaensis*, *Bulimina striata*, *Bulimina rostrata*, *Buliminella sp.*,

*Cassidulina subglobosa*, *Ceratobulimina alazanensis*, *Cibicides* spp., *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Dentalina consobrina*, *Dentalina* aff. *pauperata*, *Eponides umbonatus*, *Epistomina* sp., *Fissurina* sp., *Guttulina caudriae*, *Gyroidina* cf. *altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia mantaensis*, *Hoeglundina elegans*, *Karreriella* sp., *Lagena* cf. *laevis*, *Lagena striata*, *Lenticulina (Astacolus)* sp., *Lenticulina (Robulus) clericii*, *Martinottiella communis*, *Martinottiella* sp., *Melonis affinis*, *Melonis sphaeroides*, *Nodogenerina advena*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria stainforthi*, *Nodosaria vertebralis*, *Nodosaria* sp., *Nonion affinis*, *Plectofrondicularia californica*, *Plectofrondicularia yumuriana*, *Plectofrondicularia* sp., *Quinqueloculina* sp., *Sigmoilina* sp., *Sphaeroidina bulloides*, *Siphonodosaria abyssorum*, *Siphonodosaria cushmani*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina basispinata*, *Uvigerina gallowayi*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina mantaensis* y *Uvigerina rugosa*.

Foraminíferos planctónicos: *Clavatorrella* sp., *Globigerina* cf. *falconensis*, *Globigerina woodi*, *Globigerina* spp., *Globigerinita incrusta*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides* spp., *Globigerinatella* sp., *Globorotalia acrostoma*, *Globorotalia siakensis*, *Globorotalia continua*, *Globorotalia fohsi peripheroronda*, *Globorotalia obesa*, *Globorotalia* spp., *Globoquadrina* spp., *Praeorbulina glomerosa* y *Praeorbulina sicana*.

Nanofósiles calcáreos: *Coccolithus miopelagicus*, *Coccolithus pelagicus*, *Cyclolithus floridanus*, *Cyclolithus macyntyrei*, *Discoaster adamanteus*, *Discoaster deflandrei*, *Discoaster exilis*, *Discoaster* cf. *kugleri*, *Discoaster* cf. *neohamatus*, *Discoaster sanmiguelensis*, *Discoaster* cf. *variabilis*, *Discoaster* spp., *Discolithina* sp., *Dictyococcites antarcticus*, *Dictyococcites productus*, *Helicosphaera kamptneri*, *Helicosphaera* spp., *Reticulofenestra* sp., *Sphenolithus heteromorphus* y *Sphenolithus* sp.

#### **1.4.4.8 Formación Angostura**

**Litología:** Deniaud, (1998) define esta Fm. por un conglomerado basal seguido de areniscas blancas cuarzosas, areniscas marrones cuarzo–feldespáticas, intercalaciones de lutitas grises, limolitas calcáreas y las areniscas presentes pueden encontrarse en el techo



de la formación Onzole debido a la transición. La Fm. comprende el intervalo 3310' – 100' (Ordóñez et al., 2006).

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, (Ordóñez et al., 2006) desde el Mioceno Medio Inferior hacia el Mioceno Medio Superior.

**Paleoambiente:** El registro microfósilífero indica un paleoambiente marino de plataforma externa y hacia el techo es más somero, hasta un ambiente de plataforma central en el tope de la formación (Ordóñez et al., 2006).

**Bioestratigrafía:** Según Ordóñez et al., (2006) en la profundidad de 3310' – 100', la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos bentónicos: *Alabamina polita*, *Ammonia becarii*, *Ammonia* sp., *Amphicoryna* sp., *Anomalina salinasensis*, *Baggina* sp., *Bathysiphon carapitanus*, *Bathysiphon* sp., *Bolivina advena*, *Bolivina barbata*, *Bolivina bicostata*, *Bolivina caudriae*, *Bolivina* cf. *cochei*, *Bolivina interjuncta*, *Bolivina isidroensis*, *Bolivina marginata*, *Bolivina pisciformis*, *Bolivina plicata*, *Bolivina pozonensis*, *Bolivina subglobosa*, *Bolivina* sp., *Bulimina alazanensis*, *Bulimina marginata*, *Bulimina pupoides*, *Bulimina striata*, *Bulimina uvigerinaformis*, *Buliminella ecuadorana*, *Buliminellita* sp., *Cancris sagrai*, *Cassidulina laevigata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cassidulina* spp., *Cibicides americanus*, *Cibicides crebbsi*, *Cibicides floridanus*, *Chilostomella* cf. *oolina*, *Chilostomella* sp., *Ceratobulimina alazanensis*, *Clavulina* sp., *Cyclammina cancellata*, *Cyclammina* spp., *Dentalina communis*, *Eponides* cf. *antillarum*, *Eponides* sp., *Fissurina* sp., *Fursenkoina* sp., *Globobulimina* sp., *Gyroidina* aff. *altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia concentrica*, *Haplophragmoides emaciatum*, *Haplophragmoides* spp., *Lagena striata*, *Lenticulina americana*, *Lenticulina calcar*, *Lenticulina clericii*, *Lenticulina hedbergi*, *Lenticulina vicksburgensis*, *Lenticulina* sp., *Marginulina subbullata*, *Marginulinopsis marginulinoides*, *Martinottiella communis*, *Martinottiella pallida*, *Martinottiella pozonensis*, *Melonis pompilioides*, *Nodosaria consobrina*, *Nodosaria lamellata*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria schlichti*, *Nodosaria vertebralis*, *Nonion costiferum*, *Nonion pizarrensis*, *Nonion weaveri*, *Nonionella* spp., *Oridorsalis umbonatus*, *Planulina ecuadorana*, *Plectofrondicularia californica*, *Plectofrondicularia floridana*, *Plectofrondicularia yamuriana*, *Pseudoglandulina laevigata*, *Pseudoglandulina* sp., *Pseudonodosaria* spp., *Quinqueloculina laevigata*, *Quinqueloculina*

*seminula*, *Quinqueloculina* sp., *Rectuvigerina senni*, *Rectuvigerina transversa*, *Robulus* cf. *senni*, *Saracenaria italica*, *Saracenaria senni*, *Saracenaria* sp., *Sigmoilopsis schumbergeri*, *Sigmoilopsis* sp., *Sphaeroidina bulloides*, *Siphonodosaria verneuilli*, *Spiroloculina* cf. *texana*, *Spiroloculina* sp., *Stilostomella advena*, *Stilostomella* sp., *Textularia leunzingeri*, *Textularia mexicana*, *Textularia* cf. *miocenica*, *Textularia nipeensis*, *Textularia* sp., *Textulariella barrettii*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina laviculata*, *Uvigerina multicostata*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina* cf. *smithi* y *Valvulineria californica*.

Foraminíferos planctónicos: *Globigerina bulbosa*, *Globigerina foliata*, *Globigerina nepenthes*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerina* cf. *seminula*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerina woodi*, *Globigerinita incrusta*, *Globigerinita uvula*, *Globigerinoides inmaturus*, *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides transitoria*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globoquadrina larmeui*, *Globorotalia continua*, *Globorotalia menardii*, *Globorotalia obesa*, *Globorotalia siakensis*, *Hastigerinella praesiphonifera*, *Orbulina bilobata*, *Orbulina suturalis*, *Orbulina universalis*, *Sphaeroidinellopsis subdeshicens* y *Sphaeroidinellopsis subdeshicens subdeshicens*.

Nanofósiles calcáreos: *Braarudosphaera* cf. *bigelowii*, *Calcidiscus macintyreii*, *Catinaster coalitus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Coccolithus miogammation*, *Coccolithus miopelagicus*, *Coccolithus pelagicus*, *Cyclococcolithus floridanus*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Cyclococcolithus macyntyrei*, *Cyclococcolithus orbis*, *Cyclococcolithus* spp., *Dictyococcites antarcticus*, *Dictyococcites productus*, *Discoaster adamanteus*, *Discoaster aulakos*, *Discoaster bellus*, *Discoaster brouweri*, *Discoaster bollii*, *Discoaster* cf. *braarudii*, *Discoaster deflandrei*, *Discoaster exilis*, *Discoaster* cf. *hamatus*, *Discoaster kugleri*, *Discoaster variabilis*, *Discolithina vigintiforata*, *Helicopontosphaera minuta*, *Helicopontosphaera paralela*, *Helicopontosphaera* cf. *rhomba*, *Helicosphaera burkei*, *Helicosphaera granulata*, *Helicosphaera kamptneri*, *Helicosphaera philippinensis*, *Helicosphaera* cf. *sellii*, *Pyrocyclus hermosus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Reticulofenestra* spp., *Sphenolithus compactus* y *Sphenolithus moriformis*.



#### **1.4.4.9 Formación Onzole**

**Litología:** La Fm. Onzole se divide en Miembro Inferior formada por lutitas y limolitas gris oscuras con presencia de radiolarios, foraminíferos, moluscos y escamas de peces e intercalaciones de arcillolitas grises y azuladas del Miembro Superior (Ordóñez et al., 2006).

**Edad:** Dado el contenido microfósilífero, (Deniaud, 1998, 2000) propone que, el miembro inferior de la Fm. Onzole se extiende desde el Mioceno Tardío hasta el Plioceno Inferior.

**Paleoambiente:** Según Benítez, (1995), la formación Onzole está compuesta por depósitos marinos de poca profundas en miembro inferior, llegando a la plataforma continental que alcanzan la plataforma externa a talud continental en miembro superior.

**Bioestratigrafía:** No se encuentra representada en el pozo, según Ordoñez, 2006; al realizar el análisis de muestras en zonas aledañas se obtiene lo siguiente:

**Miembro Onzole Inferior:** Por medio de la muestra en la carretera San Jacinto – Portoviejo, la asociación microfósilífera es:

Foraminíferos planctónicos: *Globorotalia* aff. *Merotumida* (Mioceno Tardío, N16 – Plioceno Temprano, base N19), *Globigerina calida* (Mioceno Tardío, N17b – Holoceno), *Globigerina Nepentes* (Mioceno Medio – Plioceno Medio), *Globigerina apertura* (Mioceno Tardío, N16b – Plioceno Temprano, N19), *Globigerina* sp., *Globorotalia continua* (Mioceno Temprano – Plioceno Temprano) y *Globorotalia* aff. *Lenguaensis*.

**Miembro Onzole Superior:** Por medio de la muestra en la ruta San Vicente – Chone, la asociación microfósilífera es

Foraminíferos bentónicos: *Bolivina pisciformis*, *Bolivina* sp., *Cibicides* sp., *Dentalina nasuta*, *Fissurina marginata*, *Fissurina* sp., *Gavelinopsis* aff. *Praegeri*, *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia mantaensis*, *Lagena striata*, *Lenticulina* sp., *Melonis affinis*, *Melonis sphaeroides*, *Melonis* spp., *Nodosaria pyrula*, *Oridorsalis umbonatus*, *Plectofrondicularia nepentesca*, *Plectofrondicularia vauhani*, *Plectofrondicularia* sp., *Pleurostomella* cf. *Acuminata*, *Pleurostomella* spp., *Pullenia bulloides*, *Quinqueloculina* sp., *Stilostomella verneuilli*, *Stilostomella* sp., *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina mantaensis* y *Uvigerina* sp.

Foraminíferos Planctónicos: *Globigerina nepentes* (Mioceno Medio – Plioceno Medio) *Globigerina woodi*, *Globigerina* sp., *Globigerinita glutinata*, *Globigerinita incrusta*, *Globoquadrina altispira* (Oligoceno Tardío – Plioceno Tardío), *Globorotalia continua*, *Globorotalia margaritae* (Plioceno Temprano – Plioceno Medio), *Globorotalia* sp. Y *Globigerinoides quadrilobatus triloba*.

Nanofósiles calcáreos: *Coccolithus deflandrei* (Eoceno Temprano – Mioceno Medio), *Helicosphaera kamptneri* (Mioceno – Plioceno), *Dictyococcites* sp. Y *Dictyococcites antarcticus*.

Edad	Zonas Bioestratigráficas		Litología	Microfósiles guías / Marcadores zonales *	Paleoambiente				Formación	
	FORAM.	NANOF.			Abisal	Battal	P. externa	P. central		
<b>Mioceno</b>	Medio	N16 N14	1000	<i>Discolithina vigintiforata</i> <i>Coccolithus eopelagicus</i>					<b>ANGOSTURA</b>	
		NN9 NN8		<i>Globigerina nepenthes</i> <i>Catinaster coalitus</i> *						
	Temprano	N13 N12	2000	<i>Hastigerinella praesiphonifera</i> <i>Sphaeroidinellopsis subdeshiscens</i>						<b>TOSAGUA</b>
		NN8		<i>Discoaster exilis, Globorotalia siakensis</i>						
<b>Oligoceno</b>	Tardío	N9	3000	<i>Discoaster kugleri</i> * <i>Reticulofenestra psudoubilica</i>				<b>PLAYA RICA</b>		
		NN7		<i>Helicosphaera californiana</i> <i>Discoaster aulakos, Helicosphaera rhomba</i> <i>Discoaster braarudii, Praeorbulina glomerosa</i> <i>Globorotalia fohsi peripheroronda</i> * <i>Discoaster exilis</i> *						
	Medio	N6	4000	<i>Helicosphaera oblicua</i> <i>Helicosphaera mediterranea</i> <i>Sphenolithus conicus, Globorotalia continuosa</i>					<b>Zapallo</b>	
Temprano	P22	5000	<i>Discoaster druggii, Helicosphaera truempyi</i> <i>Catapsydrax dissimilis, Catapsydrax stainforthi</i> * <i>Sphenolithus belemnus</i> *				San Mateo + Cerro			
<b>Paleoceno</b>	Tardío	P18	6000	<i>Sphenolithus ciproensis</i> <i>Sphenolithus distentus</i> *, <i>Chiasmolithus dissimilis</i> <i>Helicosphaera compacta, Sphenolithus dissimilis</i> <i>Coccolithus miopelagicus, Helicosphaera oblicua</i>					<b>CAYO</b>	
		NP24/25 NP24		<i>Reticulofenestra hillae, Globigerina prasaepis</i> <i>Globigerina pseudoampliapertura, Helicosphaera reticulata</i> *						
	Medio	P15-P16	7000	<i>Ericsonia formosa, Discoaster tinguarensis</i>						
	Temprano	P18		<i>Lapideacassis acatus, Coronocyclus nitescens</i> <i>Catapsydrax unicavus</i> <i>Coccolithus eopelagicus, Globorotalia bolivariana</i>						
<b>Cretácico Tardío</b>	Tardío	P5	8000	<i>Fasciculithus involutus</i> <i>Heliolithus kleimpellii</i> * <i>Neorepidolithus biskayae</i> <i>Toweius pertusus</i> <i>Prinsius bisiculus</i>				<b>Guayaquil Superior</b>		
		NP22 NP21		<i>Eiffelithus octoradiatus</i> <i>Chiastozygus amphipons</i> <i>Archaeoglobigerina blowi</i> <i>Cylindralithus gallicus</i> <i>Quadrum gothicum</i> <i>Dictyomitra multicosata</i>						
	Medio	P4	9000	<i>Quadrum gartnerii, Amphipyndax tylotus</i> * <i>Eiffelithus octoradiatus</i>					<b>Guayaquil Inferior</b>	
	Temprano	P14		<i>Quadrum cf gothicum</i>						
<b>Eoceno</b>	Tardío	P15-P16	10000	<i>Hastigerinoides watersi</i> <i>Arkhangelskiella cymbiformis</i> <i>Reinhardtites anthophorus</i>				<b>Guayaquil Inferior?</b>		
		Medio		P18/P20	<i>Quadrum gothicum, Micula decussata</i>					
	Superior	P5	11000							
<b>Albiano</b>	Medio		12000							
				14000						
			14577							

Figura 1.4. Bioestratigrafía del Pozo Ricarte -1 de la Cuenca Manabí. Formaciones geológicas según Benítez (1995). Litología según TEXACO – PECTEN (1998). (\*) Marcadores Zonales. (Modificada por autores)

Las zonas bioestratigráficas o zonas de rango de taxon son un grupo de microfósiles (foraminíferos planctónicos, palinomorfos y nanofósiles calcáreos) que permiten correlacionar las edades relativas y paleoambientes en distintas áreas de estudio (Ordóñez et al., 2006). La siguiente figura muestra las edades relativas delimitadas por marcadores zonales a nivel global utilizadas para este proyecto (Figura 1.5)

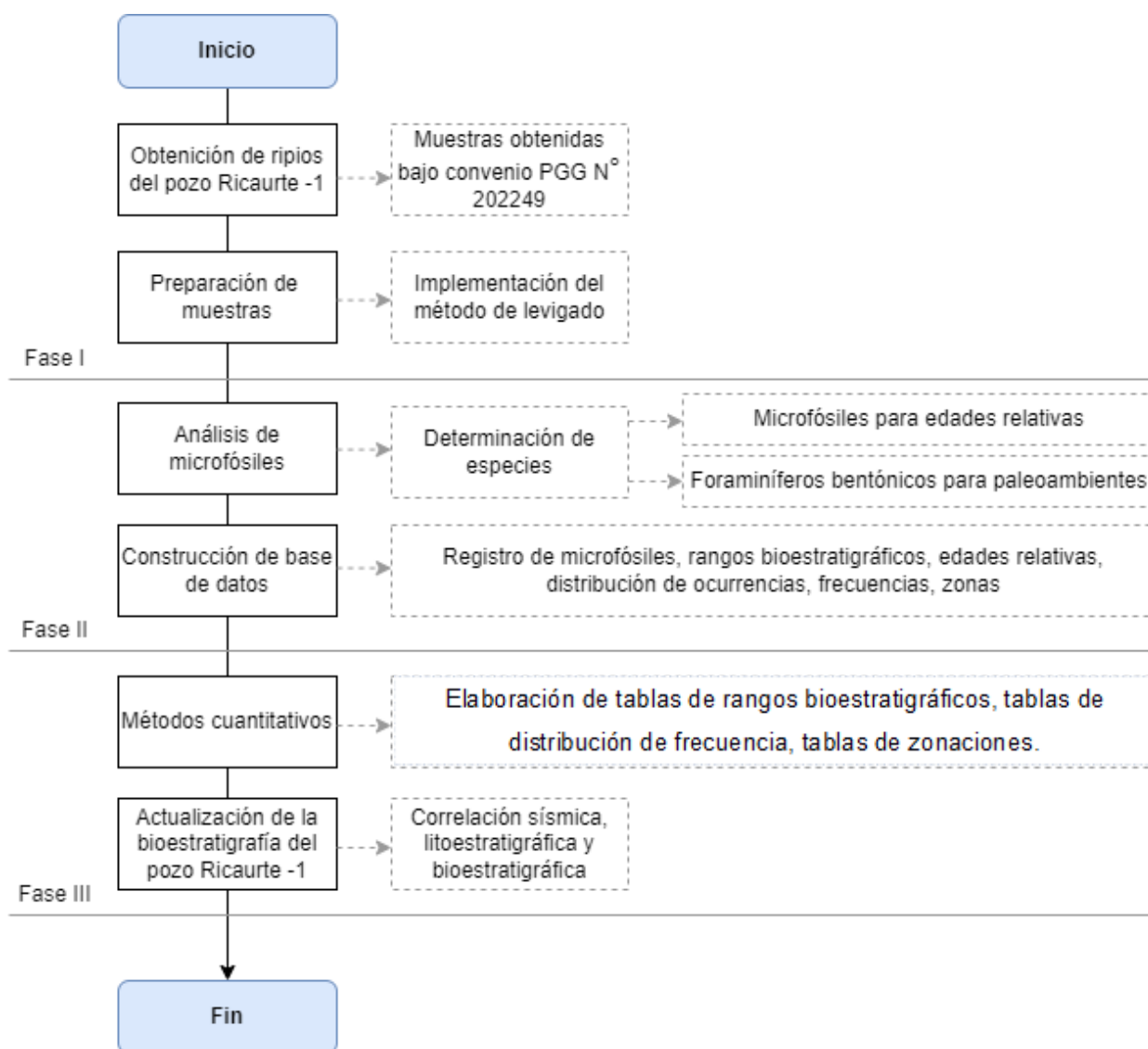
ZONACIÓN DE FORAMINIFEROS, NANOFÓSILES Y PALINOMORFOS (MODIFICADA)						CRONOESTRATIGRAFÍA – CLASIFICACIÓN GENERAL –					
FORAMINIFEROS PLANCTÓNICOS			NANOFÓSILES CALCÁREOS		PALINOMORFOS			EDAD	ÉPOCA	PERÍODO	ERA
SUPER-ZONAS	ZONAS (Bolli et. al, 1985)		SUPER-ZONAS	ZONAS (Martini et. al, 1971)	SUPER-ZONAS	ZONAS (Müller et. al, 1987)					
N19	GLOBOROTALIA MARGARITAE	GR. MARG. EVOLUTA	NN14	DISCOASTER ASYMMETRICU	X	ECHITRICOLPORITES MCNEILLYI	PLIOCENO TEMPRANO	PLIOCENO	NEÓGENO	CENOZOICO	
N18		GR. MARG. MARGARITAE	NN13	CERATOLITHUS RUGOSUS							
N17	GLOBOROTALIA HUMEROSA		NN12	AMAUROLITHUS TRICORNICULATUS							
N16	GLOBOROTALIA ACOSTAENSIS		NN11	DISCOASTER QUINQUERAMUS							
N15	GLOBOROTALIA MENARDII		NN10	DISCOASTER CALCARIS							
N14	GLOBOROTALIA MAYERI		NN9	DISCOASTER HAMATUS							
N13	GLOBOROTALIA FOHSI ROBUSTA		NN8	CATINASTER CAOLITUS	IX	ECHITRICOLPORITES MARISTELLAE – PSILADIPORITES MINIMUS	MIOCENO TARDÍO	MIOCENO	NEÓGENO	CENOZOICO	
N12	GLOBOROTALIA FOHSI LOBATA		NN7	DISCOASTER KUGLERI							
N11	GLOBOROTALIA FOHSI FOHSI		NN6	DISCOASTER EXILIS							
N10	GLOBOROTALIA FOHSI FOHSI										
N9	GLOBOROTALIA FOHSI PERIPHERORONDA										
N8	PRAEORBULINA GLOMEROSA										
N7	GLOBIGERINATELLA INSUETA		NN5	SPHENOLITHUS HETEROMORPHUS	IX	ECHITRICOLPORITES MARISTELLAE – PSILADIPORITES MINIMUS	MIOCENO TEMPRANO	MIOCENO	NEÓGENO	CENOZOICO	
N6	CATAPSYDRAX STAINFORTHII		NN4	HELCOSPHAERA AMPLIAPERTURA							
N5	CATAPSYDRAX DISSIMILIS		NN3	SPHENOLITHUS BELEMNOS							
N4	GLOBIGERINOIDES PRIMORDIUS		NN2	DISCOASTER DRUGGII							
			NN1	TRIQUETRORHABDULUD CARINATUS							
			NN1	TRIQUETRORHABDULUD CARINATUS							
P22	GLOBOROTALIA KUGLERI		NP25	SPHENOLITHUS CIPEROENSIS	VIII	CICATRICOSISPORITES DROGENESIS	OLIGOCENO TARDÍO	OLIGOCENO	PALEÓGENO	CENOZOICO	
	GLOBIGERINA CIPEROENSIS CIPEROENSIS		NP24	SPHENOLITHUS DISTENTUS							
P21	GLOBOROTALIA OPIMA OPIMA		NP23	SPHENOLITHUS PREDISTENTUS							
P19/20	GLOBIGERINA AMPLIAPERTURA		NP22	HELCOSPHAERA RETICULATA							
P18	CASSIG. CHIPOLENSIS/ PSEUDOHAST. MICRA		NP21	ERICSONIA SUBDISTICHA							
P17	TURBOROTALIA CERROANZULENSIS s.l.		NP19/20	ISTHMOLITHUS RECURVUS							
P16	GLOBIGERINATHEKA SEMIINVOLUTA		NP18	CHIASMOLITHUS OAMARUENSIS	VIII	ECHIPERIPORITES ESTELAE	EOCENO TARDÍO	EOCENO	PALEÓGENO	CENOZOICO	
P15	TRUNCOROTALOIDES ROHRI		NP17	DISCOASTER SAIPANENSIS							
P14	ORBULINOIDES BECKMANNI		NP16	DISCOASTER TANI NODIFER							
P13	MOROZOVELLA LEHNERI		NP15	NANNOTETRINA FULGENS							
P12	GLOBIGERINATH EKA S. SUBCONGLOBATA										
P11	HANTKENINA NUTTALLI										
P10	ACARININA PENTACAMERATA										
P9	MOROZOVELLA ARAGONENSIS		NP13	DISCOASTER LODOENSIS	VIII	RUGOTRICOLPORITES FELIX	EOCENO TEMPRANO	EOCENO	PALEÓGENO	CENOZOICO	
P8	MOROZOVELLA FORMOSA FORMOSA		NP12	TRIBRACHIATUS ORHOSTYLUS							
P7	MOROZOVELLA SUBBOTINAE		NP11	DISCOASTER BINODOSUS							
P6	MOROZOVELLA EDGARI		NP10	TRIBRACHIATUS CONTORTUS							

Figura 1.5 Zonas bioestratigráficas (Modificada por autores)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

La metodología del proyecto consiste en tres fases especificadas a continuación (Figura 2.1).



**Figura 2.1.** Esquema metodológico implementado. (Modificado por autores)

La primera fase consiste en la selección de 38 muestras según consideraciones como: cambios litológicos, presencia de microfósiles, topes y bases de las formaciones geológicas (Figura 2.2) atravesadas por el pozo Ricaurte -1, de las cuales se prepararon 15 muestras empleando el método de levigado para extraer microfósiles menores a  $100 \mu m$  de rocas desdenables (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1** Descripción de rípios muestreados y muestras tomadas para el método de levigado

<b>Muestras de Rípios</b>				
<b>N°</b>	<b>Inicio (ft)</b>	<b>Fin (ft)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Muestras para Levigado</b>
1	1240	1250	Lutita limosa de color gris verdoso, granos de cuarzo, con un tamaño de grano < 0.063 mm, forma subredondeada, con presencia de microfósiles.	1
2	1250	1260		
3	1310	1320		
4	1350	1360		
5	1660	1670		
6	1800	1810		
7	1970	1980	Limo color crema, presencia de lutita, arena con escasos fragmentos de Chert, y cuarzo, tamaño de grano < 1 mm, forma subredondeada.	2
8	1990	2000		
9	2050	2060	Lutita limosa, color gris verdoso, escasos granos de chert, tamaño de grano < 0.063 mm, forma subredondeada y presenta microfósiles.	3
10	2060	2070		
11	2240	2250	Arena gruesa, lutita limosa gris, granos de cuarzo, forma subangular – subredondeada y un tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	
12	2500	2510		
13	3170	3180	Lutita limosa color gris, tamaño de grano < 0.063 mm, forma subredondeada.	4
14	3280	3290	Existe un porcentaje significativo de arena, lutita limosa gris, granos de cuarzo, forma subangular – subredondeada, tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	5
15	3350	3360	Presenta porcentaje significativo de lutita gris que arena, forma subangular – subredondeada, tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	6
16	3650	3660	Lutita limosa color gris verdosa, tamaño de grano < 0.063 mm, forma subredondeada, con presencia de microfósiles.	
17	4040	4050	El porcentaje de lutita limosa gris es significativo, forma subangular – subredondeada, tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	
18	4050	4060		
19	4090	4100		
20	4120	4130		
21	4470	4480		
22	4590	4600		
23	4650	4660		

<b>24</b>	4790	4800	Presenta una cantidad considerable de limo y limolita color café, subredondeados, con un tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	7	
<b>25</b>	4840	4850	Presenta una cantidad considerable de limo color crema, arena, con presencia de cuarzo, subredondeados y tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	8	
<b>26</b>	4860	4870	Presenta una cantidad considerable de limo color café oscuro, subredondeados y tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	9	
<b>27</b>	5900	5910	Presenta porcentaje de arena fina, lutita y limo, color gris, forma subangular – subredondeados y tamaño de grano 0.075 – 1 mm.		
<b>28</b>	6580	6590			
<b>29</b>	6790	6800	Presenta porcentaje significativo de lutita y limo, color gris, forma subangular – subredondeados y tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	10	
<b>30</b>	6940	6950	Presenta porcentaje de arena fina, lutita limosa gris, forma subangular – subredondeados y tamaño de grano 0.075 – 1 mm.		
<b>31</b>	7450	7460	Presenta limo, lutita, color gris, arena, forma subangular – subredondeados y tamaño de grano 0.5 – 1 mm.		
<b>32</b>	7550	7560			11
<b>33</b>	8300	8310			
<b>34</b>	8350	8360			12
<b>35</b>	8560	8570	Presenta limo, lutita y arena, color café claro, forma subangular – subredondeados y tamaño de grano 0.5 – 1 mm.	13	
<b>36</b>	8920	8930	En esta sección encontramos limo y lutita, color gris claro, forma subredondeados y tamaño de grano < 0.063 mm.	14	
<b>37</b>	8990	9000	En esta sección encontramos limo y lutita, color gris blanquecina, forma subredondeados y tamaño de grano < 0.063 mm.	15	
<b>38</b>	9000	9010			





**Figura 2.2.** Ejemplos de muestras a triturar con el mortero de porcelana

Los sedimentos recolectados (10 g) se trituraron en un mortero de porcelana y procesados en peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) al 10% durante 24 horas para la remoción de arcilla, materia orgánica y obtención de un residuo limpio (Figura 2.3 a). Posteriormente, el sedimento disgregado se lavó utilizando un chorro de agua que atravesó una columna de un juego de 3 tamices ( $N^{\circ} 60/250 \mu m$ ,  $N^{\circ} 230/63 \mu m$ ) (Figura 2.3 b) ajustados en orden de malla decreciente hacia abajo (Figura 2.3 c). Los tamices son colocados en una solución de azul de metileno ( $C_{16}H_{18}ClN_3S$ ) al 5% en donde los microfósiles son pintados para ser reconocidos en los siguientes lavados. Las 17 muestras obtenidas fueron ubicadas en bandejas de metal, rotuladas y secadas usando una plancha de calentamiento a una temperatura de  $20^{\circ}C$  (Figura 2.3 d).





**Figura 2.3.** Ejemplo del uso del método del levigado (a) procesamiento de las muestras en peróxido de hidrógeno, (b) tamices N° 60, N° 230 (c) lavado de muestras y (d) secado de muestras en plancha de calentamiento

La segunda fase comprende el análisis de los microfósiles (foraminíferos planctónicos y bentónicos) y la construcción de la base de datos. Las 15 muestras se pesaron (Tabla 2.2) y ubicaron en una bandeja cuadrículada metálica para la extracción e identificación de especies y descripción petrológica bajo el estereomicroscopio marca MEIJI TECHNO EMZ-13TR.

**Tabla 2.2** Cantidad (g) obtenida en cada Tamiz

<b>COD. MUESTRA</b>	<b>Tamiz N°60</b>	<b>Tamiz N°230</b>
<b>M1</b>	1.286	1.584
<b>M2</b>	5.722	1.869
<b>M3</b>	4.433	0.286
<b>M4</b>	4.147	0.873
<b>M5</b>	5.936	2.040
<b>M6</b>	7.387	0.369

<b>M7</b>	0.151	0.269
<b>M8</b>	4.534	0.566
<b>M9</b>	0.282	0.255
<b>M10</b>	0.822	0.541
<b>M11</b>	0.828	0.220
<b>M12</b>	0.654	0.274
<b>M13</b>	0.264	0.216
<b>M14</b>	2.214	0.909
<b>M15</b>	5.907	1.513

Los microfósiles identificados son seleccionados con un pincel fino 001 (pelo de caballo) humedecido, colocados en un portamicrofósiles y pegados con goma de tragacanto. Para la identificación de foraminíferos bentónicos y planctónicos se empleó la bibliografía y colecciones previamente documentadas por Ordóñez et al., (2006), Loeblich & Tappan, 1988) y Kobawila et al., (2021).

Los alcances estratigráficos de los foraminíferos identificados en el pozo estudiado son los establecidos por: Bolli et al., (1985), Ordóñez et al., (2006). Los alcances de nanofósiles calcáreos identificados en el pozo son los reportados por: Martini, (1971). Los alcances de los taxa de polen y esporas identificados en el pozo son los reportados por Muller et al., (1987).

La descripción e ilustración de los microfósiles se realizó detallando características como la composición, perfil, tamaño, número y forma de las cámaras, porosidad, aberturas. La especie identificada fue atribuida a un género o especie y comparada con descripciones e ilustraciones de holotipos similares de colecciones especializadas de grupos de microfósiles para determinar las formas en cuestión. En caso de ser imposible su reconocimiento por la falta de conservación del espécimen o bibliografía, no serán consideradas para la asignación de edades relativas, paleoambientes, bases y topes formacionales.

## 2.1 Construcción de base de datos

El programa Excel se implementó para la construcción de la base de datos compuesta por la información recopilada de TXC–PECTEN, (1988) del pozo Ricaurte –1. La base de datos consta de especies reconocidas por Core Laboratories; 196 foraminíferos bentónicos, 86 foraminíferos planctónicos, 95 nanofósiles calcáreos y 167 palinomorfos en intervalos de muestreo de 50ft (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3** Datos iniciales proporcionados por EP PETROECUADOR

<b>Profundidad (ft)</b>	<b>Registro de muestras de EP–EP PETROECUADOR</b>	<b>Géneros y especies reconocidas por Core Laboratories</b>	<b>Disciplinas Paleontológicas</b>	<b>Datos procesados</b>
260' – 1'577'	259	86	Foraminíferos Planctónicos	48267
		196	Foraminíferos Bentónicos	
	295	95	Nanofósiles Calcáreos	
	269	167	Palinomorfos (polen y esporas)	

La base de datos muestra el nombre de la especie, rangos bioestratigráficos obtenidos de la bibliografía previa de los principales microfósiles guías en Bolli et al., (1985), (Ordóñez et al., 2006) para foraminíferos planctónicos, nanofósiles calcáreos para palinomorfos, también, pisos y edades según la tabla cronoestratigráfica 2022, distribución desde una profundidad de 260 hasta 9030 ft, frecuencia de ocurrencia clasificada entre muy raro, raro, poco, común, abundante, no presente, paleoambientes (foraminíferos bentónicos) y zonas de cada especie de las disciplinas estudiadas. A continuación, se muestra un extracto de la base de datos para foraminíferos planctónicos de las 4 primeras especies (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Base de datos

Número	Especies	Desde Rangos Bioestratigráficos (Bollie y Ordoñez)	Hasta Rangos Bioestratigráficos (Bollie y Ordoñez)	Piso i	Piso f	Edad i Cronos 2022	Edad f Cronos 2022	Profundidad inicial (ft)	Profundidad final (ft)	Frecuencia	Zonas
1	<i>Globigerina bulloides?</i> *	Mioceno Tardío temprano	Holoceno Tardío	Tortoniano	Megalayiano	11.63	0.0042	260	320	muy raro	N19
1	<i>Globigerina bulloides?</i> *	Mioceno Tardío temprano	Holoceno Tardío	Tortoniano	Megalayiano	11.63	0.0042	320	380	raro	N19
1	<i>Globigerina bulloides?</i> *	Mioceno Tardío temprano	Holoceno Tardío	Tortoniano	Megalayiano	11.63	0.0042	500	560	muy raro	N19
1	<i>Globigerina bulloides?</i> *	Mioceno Tardío temprano	Holoceno Tardío	Tortoniano	Megalayiano	11.63	0.0042	680	800	muy raro	N19
1	<i>Globigerina bulloides?</i> *	Mioceno Tardío temprano	Holoceno Tardío	Tortoniano	Megalayiano	11.63	0.0042	1290	1340	muy raro	N10
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	260	320	raro	N19
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	320	380	común	N19
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	380	440	raro	N19
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	500	560	raro	N19
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	680	740	raro	N19
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	920	980	muy raro	N18
2	<i>Globigerinoides bulloideus</i>	Mioceno Medio tardío	Mioceno Tardío tardío	Serravaliano	Mesiniano	13.82	7.246	1470	1540	muy raro	N18
3	<i>Globorotalia scitula</i>	Mioceno Medio temprano	Holoceno Tardío	Langhiano	Megalayiano	15.97	0.0042	260	320	muy raro	N19
3	<i>Globorotalia scitula</i>	Mioceno Medio temprano	Holoceno Tardío	Langhiano	Megalayiano	15.97	0.0042	560	620	muy raro	N19
3	<i>Globorotalia scitula</i>	Mioceno Medio temprano	Holoceno Tardío	Langhiano	Megalayiano	15.97	0.0042	2840	2900	muy raro	N14 – N11
4	<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> *	Mioceno Medio temprano	Mioceno Medio tardío	Langhiano	Serravaliano	15.97	11.63	320	380	muy raro	N19

La tercera fase comprende los métodos cuantitativos la actualización estratigráfica y bioestratigráfica del pozo Ricaurte –1.

## 2.2 Métodos cuantitativos

El tamaño y abundancia de los microfósiles permiten la posibilidad de su hallazgo y la aplicación de métodos estadísticos para establecer modelos sobre la abundancia específica con diagramas de rango–abundancia en una comunidad. Se realizaron tablas de alcances bioestratigráficos (biocrón de especies); edad versus distribución de las especies más representativas, tablas de distribución y frecuencia; profundidad versus especies, tablas de zonaciones y tabla de los bioeventos de las disciplinas micropaleontológicas que atravesó la perforación.

### 2.2.1 Construcción de tablas de alcances bioestratigráficos y de distribución y frecuencias

Para complementar la base de datos, se utilizó los pisos y las edades relativas de la tabla cronoestratigráfica 2022 (Tabla 2.5).

**Tabla 2.5** Edades Relativas y Absolutas, implementadas en la base de Datos

Época	Piso	Edad inicial	Edad final
Holoceno Tardío	Megalayiano	0.0042	actual
Holoceno Medio	Norgripiano	0.0082	0.0042
Holoceno Temprano	Groenlandiano	0.0117	0.0082
Pleistoceno Tardío	Superior	0.129	0.0117
Pleistoceno Medio	Chibaniano	0.774	0.129
Pleistoceno Temprano tardío	Calabriano	1.8	0.774
Pleistoceno Temprano temprano	Gelasiano	2.58	1.8
Plioceno Tardío	Piacenziano	3.600	2.58
Plioceno Temprano	Zancliano	5.333	3.600
Mioceno Tardío tardío	Mesiniano	7.246	5.333
Mioceno Tardío temprano	Tortoniano	11.63	7.246
Mioceno Medio tardío	Serravaliano	13.82	11.63

Para elaborar las tablas de alcances bioestratigráficos y tablas de distribución de frecuencia de las 3 disciplinas (foraminíferos planctónicos, nanofósiles calcáreos y palinomorfos), se utilizó el programa Excel. En las tablas de alcances bioestratigráficos, el eje X representa la disciplina paleontológica y el eje Y representan las edades relativas. En las tablas de distribución y frecuencia, el eje X representa la disciplina paleontológica y el eje Y corresponde a profundidades inicial, final y su ocurrencia

clasificados entre muy raro, raro, poco, común, abundante e inundado empleando la siguiente simbología (Tabla 2.6).

**Tabla 2.6** Simbología de la tabla de Frecuencia

Muy Raro	1	
Raro	2	
Poco	3	⋯
Común	4	▢
Abundante	5	■
Inundado	6	■
Cuestionable	7	?

### 2.3 Correlación Gamma Ray–Litología

Los registros eléctricos se obtuvieron bajo el convenio de marco de cooperación técnica–científica “CONVENIO PGG N° 2022049” vigente hasta el 2027 entre ESPOL y EP PETROECUADOR. El registro eléctrico Gamma Ray (GR) del pozo Ricaurte –1 se empleó para identificar el espesor del estrato y cambios litológico. La curva continua representa la intensidad de los rayos gamma que varía según la composición de la roca, esto es, un incremento de la radioactividad es una desviación hacia la derecha y se asocia con lutitas o rocas de granulometría más fina y una disminución de la radioactividad es una desviación hacia la izquierda y se asocia con arenas o rocas con una granulometría mayor.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En los estudios bioestratigráficos realizados por Core-Laboratorios consideran las tres disciplinas micropaleontológicas (foraminíferos, nanofósiles calcáreos y palinomorfos) para delimitar el Plioceno hasta el Eoceno en un intervalo de 260' – 9030' del pozo Ricaurte-1. La información preexistente del pozo Ricaurte-1 reporta especies no contemporáneas que indican material retrabajado o redepositado y especies en profundidades superiores que se consideran en esta reevaluación como material caído. En este contexto, se consideró las especies mejor conocidas en la literatura local como global para aclarar los topes y bases de las unidades estratigráficas, bajo esta premisa y mediante la microfauna identificada en los ripios de perforación, se obtuvo los siguientes resultados.

La secuencia estratigráfica analizada del pozo Ricaurte -1 incluyen sedimentos ricos en arcillas, limo, arena y areniscas con cuarzo del Plioceno Temprano (3.6–5.33 Ma) al Eoceno Medio – Tardío (33.9 – 41.2) con un tiempo de depositación de 37.6 Ma. Toda la secuencia es de origen marino de plataforma externa a talud superior (Figura 3.1) depositada en una cuenca de antearco influenciada por una tectónica activa.

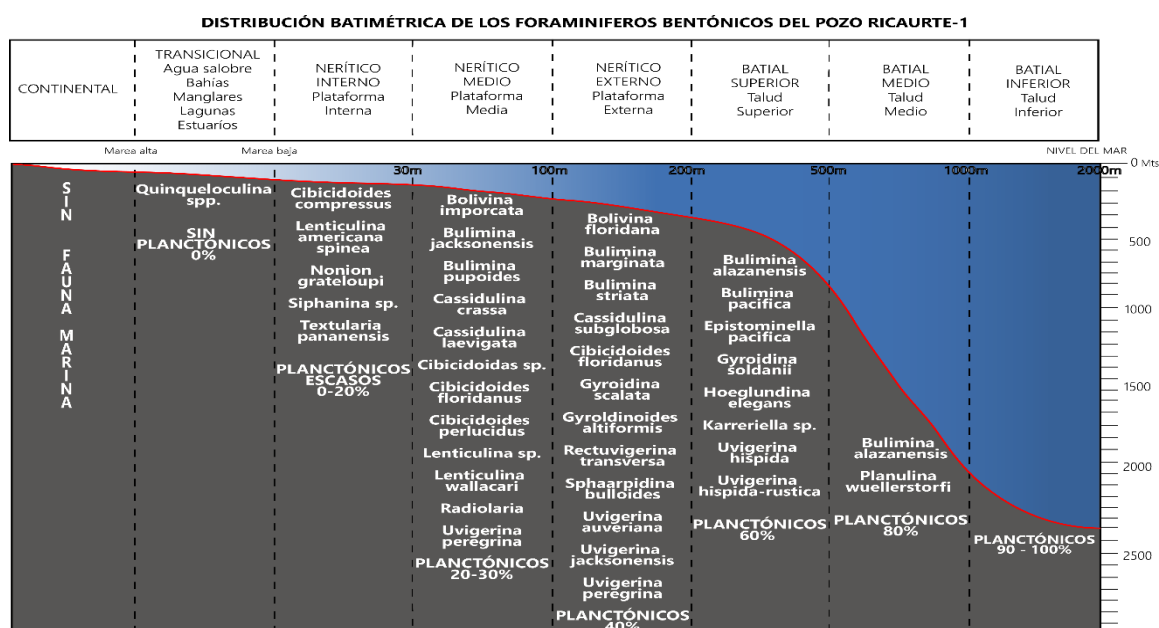


Figura 3.1 Distribución Batimétrica del pozo Ricaurte-1



Para delimitar los 9 intervalos en el sentido de la perforación desde el Plioceno Temprano hasta el Eoceno Medio – Tardío (3.6 –41.2 Ma) se consideró la presencia de microfósiles calcáreos que ocurren como abundante, común, poco, raro y muy raro (Apéndice D,E,F) acuerdo con las primeras y últimas ocurrencias de especies guías (foraminíferos, nanofósiles calcáreos, polen y esporas), marcadores zonales (Figura 3.10) identificadas en la columna estratigráfica y asociación microfossilífera de estas disciplinas micropaleontológicas.

### 3.1 Intervalo 260’ – 1520’ Plioceno Temprano (5.33 – 3.6 Ma) N19 – N18

La sección del pozo está compuesta por lutita, limo e intercalaciones de arena. La integración de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del Plioceno Temprano a 260’ y base hasta los 1520’ de profundidad. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas a continuación (Figura 3.2):

INTERVALO 260’ – 1520’ PLIOCENO TEMPRANO (5.33 – 3.6 Ma) N19 - N18												
Alcance Estratigráfico	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globigerinoides trilobus</i>							■	■	■	■	■	■
<i>Globorotalia miocenica</i>										■	■	■
<i>Globorotalia margaritae</i>										■	■	■
<i>Globigerina venezuelana</i>				■	■	■						
<i>Globigerina nepenthes</i>										■	■	■
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Reticulofenestra pseudoambilica</i>							■	■	■	■	■	■
<i>Sphenolithus abies</i>								■	■	■	■	■
<i>Discoaster brouweri</i>								■	■	■	■	■
<i>Discoaster surculus</i>									■	■	■	■
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Echitricolporites mcneillyi</i>										■	■	■
<b>EDAD CONSENSO</b>										■	■	■

**Figura 3.2:** Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Plioceno Temprano

Los foraminíferos planctónicos son: *Globorotalia margaritae* (Plioceno Temprano– Plioceno Tardío) 5,33 – 2,58 Ma, indicador de la zona N18 – N19 y reportada en el intervalo 1340’ – 1490’ como muy raro. La primera evidencia del Plioceno Temprano se presenta en la profundidad 440’ documentada por las primeras ocurrencias del nanofósil *Sphenolithus abies* (Mioceno Tardío temprano – Plioceno Temprano) 11,63 – 5,33 Ma, esta especie ocurre de forma muy rara a rara hasta la profundidad de 5700’ por lo que a



partir de los 1540' se ha considerado caída. La especie *Discoaster surculus* (Mioceno Tardío – Plioceno Tardío) 11,63 – 2,58 Ma, ocurre de muy raro a raro en el intervalo 380' – 980', *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Mioceno Medio – Plioceno Temprano) 15,97 – 3,6 Ma se presenta como común hasta la profundidad de 1590' y a partir de esta profundidad ocurre muy raro hasta los 4100', *Discoaster brouweri* (Mioceno Medio temprano – Plioceno Tardío) 15,97 – 2,58 Ma ocurre de muy raro a raro en el intervalo 320' – 620'. A lo largo de este intervalo ocurren los palinomorfos en donde se reporta la especie *Echitricolporites mcneillyi* (Plioceno – Holoceno) 5.33 – 0 Ma considerado marcador zonal del Plioceno, delimita la superzona X de rango concurrente y reportado como muy raro en 840' y abundante hasta los 1350'. Importantes especies que se extienden a través de la zona son: *Echitricolporites spinosus*, *Zonocostites ramonae*, *Cyatheacidites annulatus* (Mioceno Tardío – Plioceno) 11.63 – 3.6 Ma, *Psiladiporites minimus*. El valor cronosetratigráfico y abundancia del palinomorfo *Echitricolporites mcneillyi* ha permitido obtener una edad consenso del Plioceno Temprano correlacionable con la zona N18 – N19 de Bolli (1957) de *Globorotalia margaritae*.

Los foraminíferos bentónicos más abundantes son: *Bolivina pacifica*, *Epistominella pacifica*, *Uvigerina peregrina*, especies comunes en talud superior.

### **3.2 Intervalo 1520' – 2010' Mioceno Tardío (11.63 – 5.333 Ma) N16**

La sección del pozo está compuesta por lutita y limo. La integración de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del Mioceno Tardío en los 1520' y base hasta los 2010'. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas a continuación (Figura 3.3):

INTERVALO 1520' – 2010' MIOCENO TARDÍO (11.63 – 5.333 Ma) N16												
Alcance Estratigráfico	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Especies</b>												
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globorotalia humerosa</i>												
<i>Globorotalia acostaensis</i>												
<i>Globigerina bulloides</i>												
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>												
<i>Discoaster variabilis</i>												
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Echitricolporites spinosus</i>												
<i>Psiladiporites minimus</i>												
<b>EDAD CONSENSO</b>												

**Figura 3.3** Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Mioceno Tardío

En esta sección ocurren algunos foraminíferos como: *Globorotalia acostaensis* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano) 11,63 – 0,774 Ma, marcador de la zona N16 reportado a los 1540' como muy raro y *Globorotalia humerosa* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano) 11,63 – 0,774 Ma. Los nanofósiles *Discoaster variabilis* (Mioceno Temprano – Plioceno Temprano) 23.03 – 3,6 Ma, *Reticulofenestra pseudumbilica* (Mioceno Medio – Plioceno Temprano) 15.97 – 3.6 Ma ocurren de forma raro a muy raro en los 2010'. El palinomorfo *Echitricolporites spinosus* (Mioceno Tardío – Holoceno) 11.63 – 0.0042 Ma, es marcador de la Super Zona X de Muller et al., (1987) del Mioceno Tardío y ocurre desde los 380' – 4620' como raro y muy raro. Otras especies importantes como: *Psiladiporites minimus* (Mioceno Temprano – Mioceno Tardío) 23,03 – 5.33 Ma, *Verrutricolporites rotundisporus* (Mioceno Temprano – Plioceno) 23.03 – 2,58 Ma, *Bombacacidites brevis* (Mioceno Temprano – Mioceno Tardío) 23,03 – 5,33 Ma. Para determinar la edad consenso se consideró la asociación biocronología de las especies reportadas en este intervalo, la profundidad preferencial y la mayor resolución estratigráfica de los bioeventos de los foraminíferos planctónicos, junto con algunas especies de nanofósiles calcáreos y palinomorfos han permitido obtener una edad consenso del Mioceno Tardío correspondiente a la zona N16.

La asociación microfósilífera que ocurre en este intervalo permite identificar la paleobatimetría de plataforma externa.

### 3.3 Intervalo 2010' – 4480' Mioceno Medio (13.82 – 11.63) Zona NN8 – NN7

El Mioceno Medio está representado en el subsuelo posiblemente espeso compuesto por limo, arcillas, lutitas, arenas, arenas tobáceas, arenas cuarzo–feldespáticas. La

integración de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del Mioceno Medio a los 2010' y base hasta los 4480'. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas a continuación (Figura 3.4):

INTERVALO 2010' – 5025' MIOCENO MEDIO (11.63 – 15.97 Ma) N15-N9												
Alcance Estratigráfico Especies	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globorotalia menardii</i>												
<i>Globorotalia mayeri</i>												
<i>Praeorbulina glomerosa</i>												
<i>Globigerinoides ruber</i>												
<i>Globorotalia siakensis</i>												
<i>Hastigerinella praesiphonifera</i>												
<i>Orbulina suturalis</i>												
<i>Globorotalia fohsi peripheroronda</i>												
<i>Globigerinoides sicanus</i>												
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Catinaster coalitus</i>												
<i>Discoaster kugleri</i>												
<i>Discoaster braarudi</i>												
<i>Helicosphaera philippinensis</i>												
<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>												
<i>Discolithina viginiforata</i>												
<i>Discoaster exilis</i>												
<i>Discoaster brouweri</i>												
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Crassoretitriletes vanraadshaoveni</i>												
<i>Multimarginites vanderhanmeni</i>												
<b>EDAD CONSENSO</b>												

**Figura 3.4** Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Mioceno Medio

En esta sección ocurren algunos foraminíferos como: *Globorotalia glomerosa* (Mioceno Temprano – Mioceno Tardío) 23.03 – 5.33 Ma, *Globorotalia menardii* (Mioceno Medio tardío – Mioceno Tardío temprano) 13.82 – 7.246 Ma, *Globigerinoides ruber* (Mioceno Temprano temprano – Pleistoceno Tardío) 23.03 – 0.0117 Ma, *Orbulina suturalis* (Mioceno Medio – Holoceno) 15,97 – 0 Ma. Los nanofósiles calcáreos son: *Catinaster coalithus* marcador de la zona NN8, *Discoaster kugleri* (Mioceno Medio temprano – Mioceno Medio tardío) 15,97 – 11,63 Ma, marcador de la zona NN7 está registrado en casi todo el intervalo como muy raro, *Discoaster exilis* (Mioceno Temprano tardío – Mioceno Medio tardío) 15,97 – 11,63 Ma, marcador de la zona NN6 ocurre desde la profundidad 380' – 7380' siendo su ocurrencia poca hasta los 4900' de profundidad y raro a muy raro hasta los 7380', *Helicosphaera minuta*, *Discoaster brouweri* (Mioceno Medio – Plioceno) 15.97 – 3.6 Ma, la mayoría de las formas de palinomorfos han sido identificada a nivel genérico y poseen amplios rangos estratigráficos, sin embargo,

especies como *Crassoretitriletes vanraadshovenii* (Mioceno Medio – Mioceno Tardío) 15.97 – 5.33 Ma considerado marcador de la Super-Zona IX Zona de *Crassoretitriletes vanraadshovenii* correspondiente al Mioceno Medio presente en el intervalo de los 2500' – 5620'. Esta especie junto con los nanofósiles calcáreos *Catinaster caolithus*, *Discoaster kugleri*, *Discoaster exilis* y los planctónicos que aparecen en este intervalo han permitido obtener una edad consenso del Mioceno Medio comprendido entre la zona N13 – N15 correlacionable con la zona NN6–NN8 de nanofósiles calcáreos, esta edad se registra hasta la profundidad de 4480' debido a la primera aparición *Globorotalia fohsi peripheroranda* junto con especies de nanofósiles calcáreos y palinomorfos. Dentro de la paleobatimetría de acuerdo con la asociación de foraminíferos bentónicos presentes en la zona correspondería a plataforma externa.

#### **3.4 Intervalo 4480' a 5025' Mioceno Medio temprano (15.97 – 13.82) Zona N9**

El rango de edad asignado a este intervalo está dado por la ocurrencia del foraminífero planctónico *Globorotalia fohsi peripheroranda* (Mioceno Temprano – Mioceno Medio temprano) 20.44 – 11.63 Ma marcador zonal de la zona N9 del Mioceno Medio Temprano, esta especie se registra de forma muy rara a raro, sin embargo, en las profundidades de 4790' – 4800', 4755' – 4790' ocurre de forma abundante y 4460'–4470', correlacionable con la zona NN6 de *Discoaster exilis*, la base de esta sección corresponde a la profundidad de 5000' por la ocurrencia muy rara del palinomorfo *Multimarginite vanderhammeni* (Mioceno Temprano tardío–Pleistoceno).15.97 – 0.0117 Ma. esta sección corresponde al tope de la formación Subibaja del Mioceno Medio temprano equivalente a la zona N9 de *Globorotalia fohsi*. La microfauna de foraminíferos bentónicos para este intervalo disminuye, somerizándose un poco, por lo que el paleoambiente correspondería a una plataforma externa (Figura 3.4).

Los foraminíferos más abundantes son aquellos de composición o caparazones calcáreos, representado por más del 98% a lo largo del intervalo estudiado, destacándose las especies de: *Quinqueloculina sp.*, *Bolivina pisiformis*, *Bolivina plicata*, *Bolivina striata*, *Casidulina spp.*, *Gyroidina soldanii*, *Nodosaria spp.*, *Psiphonodosaria spp.*, *Quinqueloculina seminula*, *Uvigerina multcostata*, *Uvigerina peregrina* y foraminíferos aglutinados como *Bathysiphon spp.*

### 3.5 Intervalo 5025' – 6650' Mioceno Temprano (23.03' – 15.97' Ma) N8–N4/ NN5–NN1

La sección del pozo está compuesta por arcillas gris verdoso a veces calcáreas con niveles margosos. La integración de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del Mioceno Temprano a 5025' y base hasta los 6650'. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas (Figura 3.5):

Alcance Estratigráfico	INTERVALO 5025' – 6650' MIOCENO TEMPRANO (23.03 – 15.97 Ma) N8-N4											
	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Especies</b>												
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Catapsydrax stainforthi</i>												
<i>Catapsydrax dissimilis</i>												
<i>Praeorbulina glomerosa</i>												
<i>Globigerinoides ruber</i>												
<i>Catapsydrax unicavus</i>												
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Sphenolithus heteromorphus</i>												
<i>Helicosphaera ampliaperta</i>												
<i>Sphenolithus belemnus</i>												
<i>Discoaster druggi</i>												
<i>Triquetrorhabdulus carinatus</i>												
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Verrutricolporites rotundiporis</i>												
<b>EDAD CONSENSO</b>												

**Figura 3.5** Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Mioceno Temprano

Los foraminíferos planctónicos registrados para este intervalo son: *Praeorbulina glomerosa* (Mioceno Temprano tardío – Mioceno Medio temprano) 20.44 – 13.82 Ma, a 4280' – 5075', marcador de la zona N8, *Globigerinatella insueta* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Temprano tardío) 23.03 – 15.97 Ma, marcador de la zona N7, *Catapsydrax staintorthi* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Temprano tardío) 23.03 – 15.97 Ma, a los 4850' – 6050', marcador de la zona N6, *Catapsydrax dissimilis* (Eoceno Medio – Mioceno Temprano medio) 47.8 – 20.44 Ma, marcador de la zona N5, *Globigerinoides primordius* (Oligoceno Tardío – Mioceno Temprano tardío) 27.82 – 15.97 Ma, marcador de la zona N4. Correlacionable con la zona de nanofósiles calcáreos de *Sphenolithus heteromorphus* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Medio tardío) 23.03 – 15.97 Ma, marcador de la zona NN5, esta especie es común a abundante hasta los 4500' – 5300' siendo muy raro a raro hasta los 7000' de profundidad, *Helicosphaera ampliaperta* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Temprano tardío) 23.03 – 15.97

Ma, marcador de la zona NN4, aparece a 4780' – 8140', siendo abundante a los 5050' – 5100' de profundidad y desde los 5250' – 5350' muy raro a raro, *Sphenolitus belemnus* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Temprano tardío) 23.03 – 15.97 Ma, marcador de la zona NN3, *Discoaster druggii* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Temprano tardío) 23.03 – 15.97 Ma, marcador de la zona NN2, la especie se registra desde los 5200' – 6600' y su presencia es de muy raro a raro, *Triquetrorhabdulus carinatus* (Mioceno Temprano temprano – Mioceno Temprano tardío) 23.03 – 15.97 Ma, marcador de la zona NN1, la especie se registra desde los 5250' – 5300', su presencia es común, y 5350' – 6000' como poco y raro. En esta profundidad se registra de forma abundante el palinomorfo *Verrutricolporites rotundiporis* (Mioceno Temprano – Plioceno tardío) 23.03 – 3.6 Ma, marcador de la zona IX de *Verrutricolporites rotundiporis*, desde los 5530' hasta los 5580', *Bombacacidites brevis* (Mioceno Temprano tardío – Mioceno Tardío) 20.44 – 5.33 Ma, y *Psilatricolporites transversalis* (Mioceno Temprano–Mioceno Medio tardío) 23.03 – 13.82 Ma, registrado desde los 3150' – 6660'. En este intervalo la asociación de foraminíferos bentónicos se presenta de forma diversa y abundante, determinando un paleoambiente de talud superior. La variedad de especies de microfósiles que ocurren en este intervalo se asocia a una zona de upwelling (surgencia de agua) muy rica en nutrientes, obteniendo las siguientes especies más representativas: *Bolivina marginata*, *Bolivina pisiformes*, *Bulimina striata*, *Globobulibina* sp., *Gyroidina soldanii*, *Lenticulina americana*, *Epistominella pacifica*, *Nodosaria longiscata*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina multicostata*, *Haplophragmoides* sp.

### **3.6 Intervalo 6650' – 7473' Oligoceno Tardío (27.80 – 23.03 Ma) P22/ NP25**

La sección del pozo está compuesta por rocas de grano fino lutita limosa gris verdoso, con intercalaciones de arena. La integración de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del Oligoceno Tardío a 6650' y base hasta los 7473'. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas (Figura 3.6):

INTERVALO 6650' – 7473' OLIGOCENO TARDÍO (27.80 – 23.03 Ma) P22 / NP25												
Alcance Estratigráfico	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globorotalia kugleri</i>							■	■	■			
<i>Globigerina prasaepis</i>				■	■	■						
<i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i>							■	■	■			
<i>Chiloguembelina cubensis</i>							■	■	■			
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Sphenolithus ciperoensis</i>					■	■	■	■	■			
<i>Discoaster tinguarensis</i>			■	■	■	■	■	■	■			
<i>Dictyococcites bisectus</i>		■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Sphenolithus dissimilis</i>							■	■	■			
<i>Discoaster lidzii</i>							■	■	■			
<i>Helicosphaera oblicua</i>							■	■	■			
<i>Coccolithus miopelagicus</i>										■	■	■
<i>Reticulofenestra lockeri</i>										■	■	■
<i>Discoaster saundersii</i>										■	■	■
<i>Chiasmolithus altus</i>										■	■	■
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Cicatricosisporites dorogensis</i>		■	■	■	■	■	■	■	■			
<b>EDAD CONSENSO</b>												

**Figura 3.6** Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Oligoceno Tardío

Los foraminíferos planctónicos registrados para este intervalo son: *Globorotalia kugleri* (Oligoceno Tardío – Mioceno Temprano temprano) 23.03 – 20.44 Ma, marcador de la zona P22, *Globorotalia opima opima* (Oligoceno) 33.9 – 23.03 Ma a 6450' – 8650', *Chiloguembelina cubensis* (Oligoceno Tardío – Mioceno Temprano) a 7203' – 7473'. Correlacionable con la zona de nanofósiles calcáreos es *Sphenolithus ciperoensis* (Oligoceno Medio – Oligoceno Tardío) 27.82 – 23.03 Ma, marcador de la zona NP25, a 7650' – 8650', según Ordóñez et al., (2006) . La palinoestratigrafía de esta sección es escasa, se ha registrado el palinomorfo *Cicatricosisporites dorogensis* (Eoceno Medio temprano – Oligoceno tardío) 47.8 – 23.03 Ma, marcador de la zona IX, que confirman la edad del Oligoceno Tardío para este intervalo. Estratigráficamente se sugiere que este intervalo corresponda a la formación Pambil descrita en la Cuenca de Esmeraldas, cuyo contenido de microfauna y las características litológicas son correlacionables a esta formación.

### 3.7 Intervalo 7473' – 7715' Oligoceno Medio (27.82 – 27.80 Ma) NP23

Este intervalo de tiempo en el pozo Ricaurte – 1 está compuesto por rocas de grano fino lutita limosa gris verdoso, con intercalaciones de arena. Está secuencia contiene nanofósiles calcáreos correlacionable con la zona NP23 de *Sphenolithus predistentus*



del Oligoceno Medio, relacionada con la zona P21 *Globorotalia opima opima* presente a los 6450' – 8650', según Ordóñez et al., (2006) . Además, la zona P19/20 *Globigerina ampliapertura* siendo común a 7665' – 7715', permitiendo identificar la base del Oligoceno Medio. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de las disciplinas micropaleontológicas mostradas (Figura 3.7):

INTERVALO 7473' – 7715' OLIGOCENO MEDIO (27.82 – 27.80 Ma) P21-P19/20; NP23												
Alcance Estratigráfico	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Especies</b>												
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globigerina ampliapertura</i>												
<i>Globigerina pseudoampliapertura</i>												
<i>Globorotalia opima opima</i>												
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Reticulofenestra hampdenensis</i>												
<i>Sphenolithus ciproensis</i>												
<i>Discoaster tinguarensis</i>												
<i>Dictyococcites bisectus</i>												
<i>Helicosphaera obliqua</i>												
<i>Helicosphaera recta</i>												
<i>Sphenolithus predistentus</i>												
<i>Reticulofenestra lockeri</i>												
<i>Discoaster saundersii</i>												
<i>Chiasmolithus altus</i>												
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Cicatricosisporites dorogensis</i>												
<b>EDAD CONSENSO</b>												

**Figura 3.7** Alcance bioestratigráfico de las especies usadas para definir el Oligoceno Medio.

Los foraminíferos planctónicos registrados para este intervalo son: *Globorotalia opima nana* (Eoceno Medio tardío – Oligoceno Temprano) 41.2 – 27.82 Ma. Correlacionable con la zona de nanofósiles calcáreos son: *Sphenolithus predistentus* (Eoceno – Oligoceno Medio) 56.0 – 27.82 Ma, marcador de la zona NP23 a 7650' – 8650', *Sphenolithus ciproensis* (Oligoceno Medio – Oligoceno Tardío) 27.82 – 23.03 Ma, presente a 6600' – 7610', según Ordóñez et al., (2006) . La palinoestratigrafía de esta sección es escasa se ha registrado el palinomorfo *Cicatricosisporites dorogensis* (Eoceno Medio – Oligoceno) 47.8 – 23.03 Ma, marcador de la zona IX, que confirman la edad del Oligoceno Medio para este intervalo. Estratigráficamente corresponde a la Formación Playa Rica.

### 3.8 Intervalo 7715' – 8340' Oligoceno Temprano (33.9 – 27.82 Ma) NP22

En este intervalo de la perforación, se encuentra compuesto por rocas de grano fino lutita limosa gris verdoso, con intercalaciones de arena. La integración de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del



Oligoceno Temprano a 7715' y base hasta los 8340'. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas (Figura 3.8):

INTERVALO 7715' – 8340' OLIGOCENO TEMPRANO (33.9 – 27.82 Ma) NP22												
Alcance Estratigráfico	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globigerina ampliapertura</i>												
<i>Globigerina pseudoampliapertura</i>												
<i>Globorotalia opima opima</i>												
<i>Globigerina prasaepis</i>												
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Ericsonia Formosa</i>												
<i>Reticulofenestra hampdenensis</i>												
<i>Reticulofenestra hillae</i>												
<i>Discoaster tinguarensis</i>												
<i>Helicosphaera compacta</i>												
<i>Dictyococites bisectus</i>												
<i>Sphenolithus predistentus</i>												
<i>Reticulofenestra lockeri</i>												
<i>Helicosphaera reticulata</i>												
<i>Discoaster saundersii</i>												
<i>Sphenolithus ciperoensis</i>												
<i>Chiasmolithus altus</i>												
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Cicatricosisporites dorogensis</i>												
<b>EDAD CONSENSO</b>												

**Figura 3.8** Alcance bioestratigráfico de las especies usadas para definir el Oligoceno Temprano

Los foraminíferos planctónicos registrados para este intervalo son: *Globorotalia opima opima* (Oligoceno) 33.9 – 23.03 Ma a 6450' – 8650' según Ordoñez et al., (2006). *Globigerina ampliapertura* (Eoceno Tardío – Oligoceno Medio) 37.71 – 27.82 Ma, común a los 7715' – 7665' y raro hasta los 8015', marcador zonal P19/20, *Globorotalia opima nana* (Eoceno Medio tardío – Oligoceno Temprano) 41.2–27.82 Ma. Correlacionable con la zona de nanofósiles calcáreos son: *Helicosphaera reticulata* (Eoceno Tardío – Oligoceno Temprano) 37.71 – 27.82 Ma, marcador de la zona NP22 a 8650' – 6450, según Ordoñez et al., (2006). *Ericsonia formosa* (Eoceno Tardío – Oligoceno Temprano) 37.71 – 27.82 Ma, *Reticulofenestra hillae* (Eoceno Tardío – Oligoceno Temprano) 37.71 – 27.82 Ma. En esta profundidad se registra de manera escasa el palinomorfo *Cicatricosisporites dorogensis* (Eoceno Medio – Oligoceno) 47.8 – 23.03 Ma, marcador de la zona IX *Cicatricosisporites dorogensis*, a 560' – 8850' de muy raro a raro. Determinando el Oligoceno Temprano para este intervalo. Estratigráficamente el intervalo corresponde a la base de la Formación Playa Rica.

La abundancia y diversidad de microfósiles calcáreos que ocurren en el intervalo del Oligoceno determinan el paleoambiente de talud superior entre las especies más

representativas se encuentran: *Bulivina striata*, *Bulivina falconensis*, *Bulivina* spp., *Buliminella peruviana*, *Globulina* sp., *Halophragmoides* sp., *Lagena striata*, *Lenticulina americana*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina gallowayi*, *Uvigerina hispida*.

### 3.9 Intervalo 8340' – 9030' Eoceno Medio – Eoceno Tardío (41.2 – 33.9) NP17– NP19/20

La sección Eocénica analizada en este trabajo corresponde a lutita limosa gris, arena fina y lutita gris verdosa arcillas compactas gris a gris verdosas con niveles delgados de areniscas. Partiendo de la información bioestratigráfica de las disciplinas micropaleontológicas permiten identificar el tope del Eoceno Tardío a 8340' y base hasta los 9030'. Se consideró con mayor valor bioestratigráfico las siguientes especies de microfósiles mostradas a continuación (Figura 3.9):

Alcance Estratigráfico	INTERVALO 8340' – 9030' EOCENO TARDÍO – EOCENO MEDIO (41.2 – 33.9 Ma) NP19/20- NP17											
	EOCENO			OLIGOCENO			MIOCENO			PLIOCENO		
Especies	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO	TEMPRANO	MEDIO	TARDÍO
<b>Foraminíferos planctónicos</b>												
<i>Globorotalia bolivariana</i>		██████████	██████████									
<i>Clavigerinella eocanica jarvisi</i>		██████████	██████████									
<i>Globorotalia cerroazulensis</i>			██████████									
<i>Catapsydrax unicavus</i>		██████████	██████████									
<i>Globorotalia opima nana</i>			██████████									
<i>Globigerina tripartita</i>			██████████									
<b>Nanofósiles calcáreos</b>												
<i>Discoaster barbadiensis</i>	██████████	██████████	██████████									
<i>Discoaster saipanensis</i>		██████████	██████████									
<i>Reticulofenestra dictyoda</i>			██████████									
<i>Cribocentrum reticulatum</i>			██████████									
<i>Dictyococcites bisectus</i>		██████████	██████████									
<i>Helicosphaera seminulum</i>	██████████	██████████	██████████									
<i>Ericsonia formosa</i>	██████████	██████████	██████████									
<i>Isthmolithus recurvus</i>			██████████	██████████	██████████							
<i>Cyclicargolithus marismontium</i>		██████████	██████████									
<i>Helicosphaera intermaedia</i>			██████████									
<b>Palinomorfos</b>												
<i>Retitricolpites guianensis</i>		██████████	██████████									
<b>EDAD CONSENSO</b>		██████████	██████████									

**Figura 3.9** Alcance bioestratigráfico de las especies empleadas para definir el Eoceno Medio– Eoceno Tardío

Los foraminíferos planctónicos registrados para este intervalo son: *Globorotalia bolivariana* (Eoceno Medio – Eoceno Tardío temprano) 47.8 – 33.9 Ma de 8690' – 9140' según Ordoñez et al., (2006). Correlacionable con la zona de nanofósiles calcáreos NP17 de *Discoaster saipanensis* (Eoceno Medio – Eoceno Tardío) 47.8 – 33.9 Ma, a los 8980' – 9030' como muy raro, y a 8390'–8850' ocurre muy raro, *Isthmolithus recurvus* (Eoceno Tardío – Oligoceno Temprano) 37.71 – 27.82 Ma, marcador de la zona NP19/20, a 8340' – 8390' ocurre muy raro, 8350'– 8360' ocurre la *Globigerina tripartita* (Eoceno Tardío–

Mioceno Temprano), *Globigerina eocaenica* (Eoceno Tardío) 37.71 – 33.9 Ma. En esta profundidad se registra de manera escasa el palinomorfo *Retitricolporites guianensis* (Eoceno Medio temprano – Plioceno Tardío) 47,8 – 2.58 Ma, marcador de la zona VIII *Retitricolporites guianensis*, presente en el intervalo de 900' – 9000' como muy raro. La edad de este intervalo es de Eoceno Medio – Eoceno Tardío.

Estratigráficamente este intervalo es asignado a la Formación Zapallo con sus miembros Cerro y San Mateo. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos encontrados en los ripios permiten inferir un paleoambiente marino de talud superior, registrándose los siguientes foraminíferos: *Bolivina alazanensis*, *Bulimina affectata*, *Bulimina falconensis*, *Cibicides* spp., *Lenticulina americana*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria consobrina*, *Uvigerina jacksoensis*, *Uvigerina* spp.

Resumiendo, la información registrada se presenta la siguiente zonación bioestratigráfica de las especies consideradas como marcadores zonales.

ZONACIÓN DE FORAMINIFEROS, NANOFÓSILES Y PALINOMORFOS EN EL INTERVALO EOCENO Y PLOCIENO DEL POZO RICAURTE-1 (260' – 9030')						CRONOESTRATIGRAFÍA – CLASIFICACIÓN GENERAL –									
FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS		NANOFÓSILES CALCÁREOS		PALINOMORFOS		EDAD	ÉPOCA	PERÍODO	ERA						
SUPER-ZONAS	ZONAS (Bolli et. al, 1985)	SUPER-ZONAS	ZONAS (Martini et. al, 1971)	SUPER-ZONAS	ZONAS (Müller et. al, 1987)										
N19															
N18	GLOBOROTALIA MARGARITAE	-	-	X	ECHITRICOLPORITES MCNEILLYI	PLIOCENO TEMPRANO	PLIOCENO	NEÓGENO	CENOZOICO						
N17	GLOBOROTALIA HUMEROSA	-	-		ECHITRICOLPORITES SPINOSUS	MIOCENO TARDÍO	MIOCENO								
N16	GLOBOROTALIA ACOSTAENSIS				CRASSORETITRILETES VANRAADSHOOVENI MULTIMARGINITES VANDERHANMENI	MIOCENO MEDIO									
N15	GLOBOROTALIA MENARDII	NN8	CATINASTER CAOLITUS (Ordóñez et. al. 2006)	IX						VERRUTRICOLPORITES ROTUNDIPORIS	MIOCENO TEMPRANO				
N14	GLOBOROTALIA MAYERI	NN7	DISCOASTER KUGLERI												
N13	GLOBIGERINOIDES RUBER	NN6	DISCOASTER EXILIS												
N9	GLOBOROTALIA FOHSI PERIPHERORONDA	NN5	SPHENOLITHUS HETEROMORPHUS												
N8	PRAEORBULINA GLOMEROSA	NN4	HELICOSPHAERA AMPLIAPERTURA												
N7	GLOBIGERINATELLA INSUETA	NN3	SPHENOLITHUS BELEMNOS												
N6	CATAPSYDRAX STAINFORTHII	NN2	DISCOASTER DRUGGII												
N5	CATAPSYDRAX DISSIMILIS	NN1	TRIQUETORHABDULUD CARINATUS												
N4	GLOBIGERINOIDES PRIMORDIUS	NP25	SPHENOLITHUS CIPEROENSIS (Ordóñez et. al. 2006)											OLIGOCENO TARDÍO	OLIGOCENO
P22	GLOBOROTALIA KUGLERI	-	-												
P21	GLOBOROTALIA OPIMA OPIMA (Ordóñez, et. al 2006)	NP23	SPHENOLITHUS PREDISTENTUS (Ordóñez et. al. 2006)						OLIGOCENO MEDIO						
P19/20	GLOBIGERINA AMPLIAPERTURA	NP22	HELICOSPHAERA RETICULATA (Ordóñez et. al. 2006)				OLIGOCENO TEMPRANO								
-	-	NP19/20	ISTHMOLITHUS RECURVUS	VII	ECHIPERIPORITES ESTELAE	EOCENO TARDÍO	PALEÓGENO								
-	-	NP17	DISCOASTER SAIPANENSIS		RETITRICOLPORITES GUIANENSIS	EOCENO MEDIO									

**Figura 3.10** Correlación de las Zonas bioestratigráficas de especies marcadoras en el pozo Ricaurte –1

Obteniendo como resultados la tabla de bioeventos de los fósiles guías para cada intervalo de las formaciones (Figura 3.11).





### 3.10 Correlación Gamma Ray y Sísmica

La bioestratigrafía del pozo Ricaurte –1 fue correlacionado con datos de sísmica de reflexión y registro Gamma Ray, con el objetivo de determinar los patrones estratigráficos de acumulación y los ambientes de sedimentación.

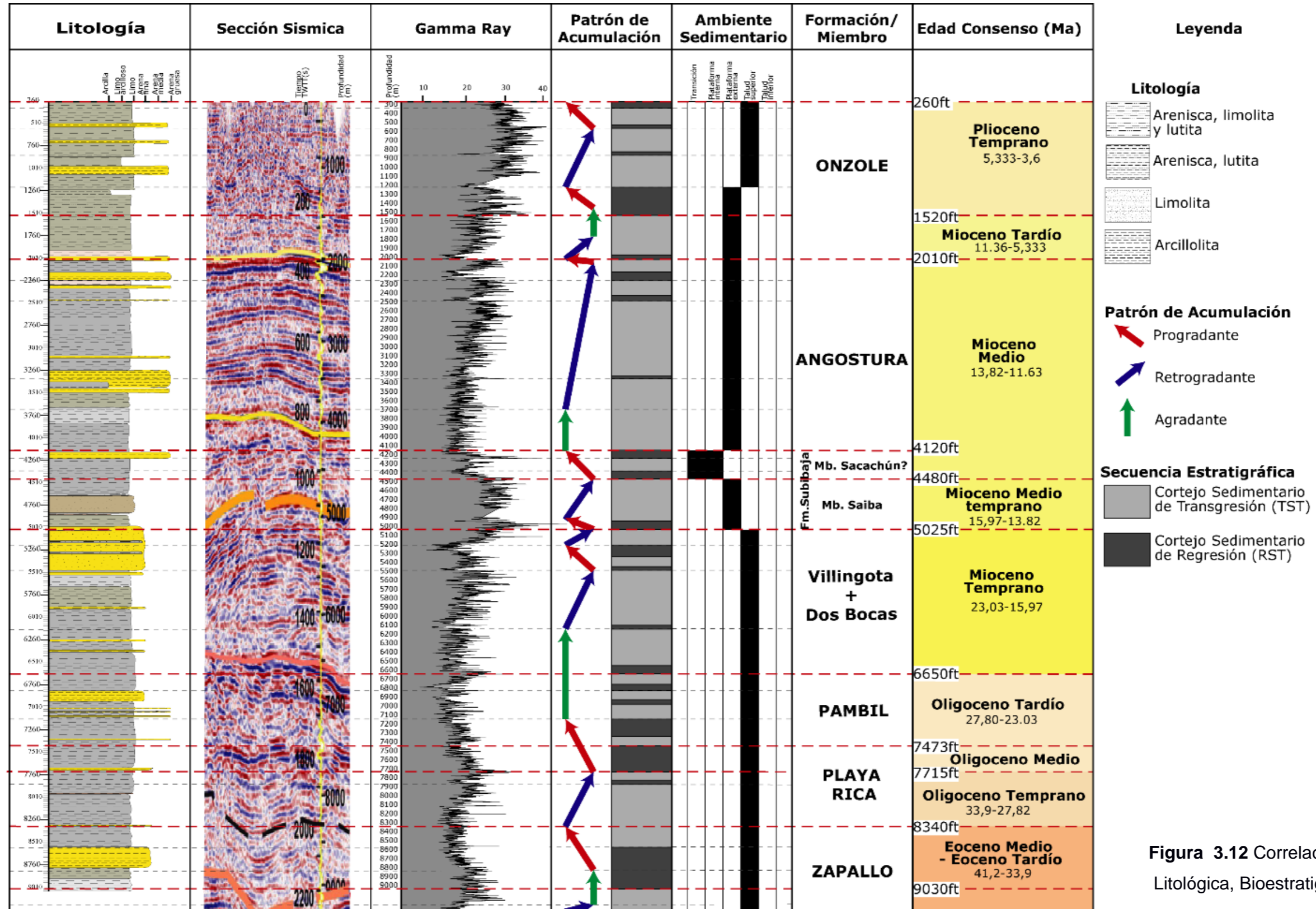


Figura 3.12 Correlación Sísmica, Litológica, Bioestratigráfica y GR

### **3.10.1 Onzole Superior desde 260' – 1520' (Plioceno Temprano)**

En el tope (1520' a 260'), la configuración de las facies cambia a caótico y/o hummocky, con amplitudes y continuidades medias. Patrones de acumulación del Gamma Ray son principalmente retrogradantes, con registros muy cortos progradantes (>50').

### **3.10.2 Onzole Inferior desde 1520' – 2010' (Mioceno Tardío)**

Dos facies sísmicas se muestran en este intervalo. En la base (1520' a 2010'), las facies tienen amplitud baja y continuidad media, con una configuración subparalela. El patrón de acumulación del Gamma Ray desde la base es retrogradante–agradante–progradante.

La estratigrafía secuencial está dominada por el registro de varios cortejos sedimentarios transgresivos (TST) intercalados con pequeños pulsos de cortejos sedimentarios regresivos (RST), especialmente en la base de Onzole. En 2010', los reflectores sísmicos de muy alta amplitud y continuidad, sugieren una Superficie de Máxima Inundación (MFS) en el contacto Onzole–Angostura.

El dominio retrogradante y el contenido bentónico sugieren un ambiente sedimentario distal de plataforma externa transgresiva en la base de Onzole; la cual, migra a canales de distribución y relleno arenáceo en el talud superior del tope de Onzole.

### **3.10.3 Angostura desde 2010' – 4120' (Mioceno Medio)**

Dos paquetes de facies sísmicas se intercalan secuencialmente entre sí. La primera facie sísmica (4120' a 3750' y 3180' a 2760') muestra un paquete de reflectores caóticos, gruesos y discontinuos de baja amplitud y frecuencia; los cuales corresponden con una litología de lutitas grises y verdosas a limolitas.

La segunda facie sísmica (3750' a 3180' y 2760' y 2010') muestra un paquete de reflectores paralelos, continuos y gruesos de alta amplitud y baja frecuencia; los cuales corresponden con una litología de intercalación de lutitas, limolitas y areniscas gruesas. El patrón de acumulación registrado en el Gamma Ray es consistente con una potente retrogradación–agradación y una secuencia estratigráfica dominada por el cortejo transgresivo (TST). La Fm. Angostura presenta un sistema deltaico.

La potencia de las secuencias retrogradantes de la Fm. Angostura podría ser un indicador de altas tasas de subsidencia de la Cuenca de Manabí. Al tope (2010'), en el

contacto Onzole–Angosutra, se registra una Superficie de Máxima Inundación (MFS), con facies sísmicas de muy alta amplitud y continuidad.

#### **3.10.4 Subibaja desde 4120' – 5025' (Mioceno Medio temprano)**

Dos facies sísmicas se muestran en este intervalo. En la base (4480' a 5025'), los reflectores tienen configuración caótica, de baja amplitud y continuidad. El Gamma Ray (GR) registra un patrón retrogradante, grano–decreciente de intercalaciones de limolitas a lutitas.

Al tope (4120' a 4480'), las facies aumentan de amplitud con clinofomas tipo hummocky, caracterizadas por reflexiones cortas, curvas y discontinuas. El Gamma Ray registra un patrón progradante, representado en la columna litológica con una tendencia grano–creciente, de lutitas y limolitas a areniscas.

Tanto las facies sísmicas como los patrones registrados en el GR están relacionados con los dos miembros de la Fm. Subibaja: Mb. Saiba en la base y Mb. Sacachún al tope. El Mb. Saiba (Mioceno Medio temprano) es interpretado como una secuencia de cortejo transgresivo (TST).

El contacto entre Saiba y Sacachún (4480') existe una Superficie de Máxima Inundación (MFS), que rápidamente migra a una Superficie de Máxima Regresión (MRS) en 4380'. El Mb. Sacachún (Mioceno Medio) presenta una secuencia corta de cortejo regresivo (RST) que se someriza el ambiente transicional a plataforma interna. Sus facies sísmicas sugieren un corte y relleno de depósitos canalizados en la llanura de inundación a plataforma marina.

El contacto Subibaja–Dos Bocas/Villingota (5025') corresponde a una MFS, dónde se observa un cambio gradual de facies sísmicas de menor amplitud a mayor amplitud respectivamente.

#### **3.10.5 Villingota + Dos Bocas desde 5025' – 6650' (Mioceno Temprano)**

Dos facies sísmicas que cambian gradualmente desde la base hacia el tope. La base (6010' a 6650') presenta reflectores discontinuos y de baja amplitud, con una configuración caótica a hummocky. El Gamma Ray registra un patrón principalmente agradante y una Superficie de Máxima Regresión (MRS) hacia el final de esta secuencia



(6650'). El tope (5025' – 6010'), tienen facies sísmicas de amplitud alta, frecuencia y continuidad medias a alta, subparalelas y deformadas. El contraste de amplitud es coincidente con ligero un aumento en la granulometría a arena fina. El registro de Gamma Ray muestra una tendencia mayormente de retrogradación, con una Superficie de Máxima Inundación (MFS) registrada en 5500'. Sin embargo, se registran cortos pulsos de Cortejos Regresivos (MRS) y una Superficie de Máxima Regresión (MRS) en 5200'.

La microfauna es abundante y diversa, sobre todo en la formación Villingota, que podría tener relación con un proceso de surgencia marina (upwelling) en el borde de la plataforma (shelfbreak).

El contacto Villingota/Dos Bocas–Pambil está representado por un reflector marcado y continuo que representa un MFS.

### **3.10.6 Pambil desde 6650' – 7473' (Oligoceno Tardío)**

Las facies sísmicas son subparalelas a hummocky, algo discontinuas y de baja frecuencia. La amplitud cambia desde muy baja en la base a muy alta en el tope. Los reflectores de la base se truncan bajo un reflector a los 7100'. Este reflector erosivo coincide con el registro de una Superficie de Máxima Regresión (MRS) en el Gamma Ray. La Fm. Pambil muestra un patrón principalmente de agradación, con ligera progradación en la base, relacionado al registro de secuencias de Cortejos Regresivos (MRS).

### **3.10.7 Playa Rica desde 7473' – 8340' (Oligoceno Temprano – Oligoceno Medio)**

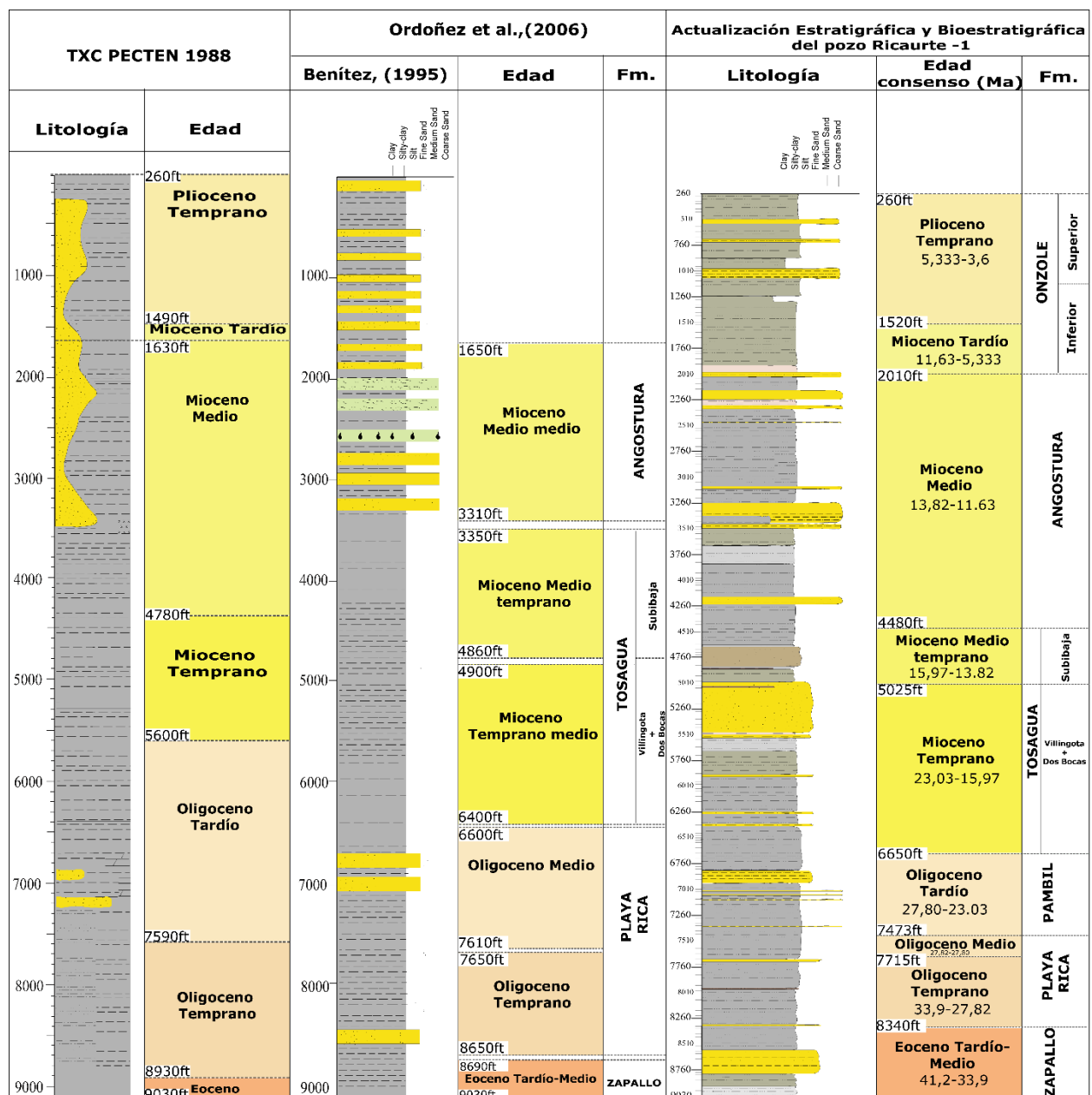
Las facies sísmicas son muy similares a las de la Fm. Pambil. Facies subparalelas a discontinuas de baja amplitud en la base (7715' – 8340'), y de alta amplitud en el tope (7715' – 7473'). El Gamma Ray registra patrones retrogradantes de un Cortejo Transgresivo (TST) a la base y progradantes de un Cortejo Regresivo (RST) al tope. Este cambio de secuencias estratigráficas se ve reflejado en una Superficie de Máxima Inundación (MFS) a los 7715', la cual también marca el contacto entre el Oligoceno Temprano–Oligoceno Medio.

### **3.10.8 Zapallo desde 8340' – 9030' (Eoceno Medio – Eoceno Tardío)**

Facies sísmicas sub–paralelas de baja amplitud y frecuencia. El patrón sedimentario de Gamma Ray es principalmente progradante de un Cortejo Regresivo (RST). La litología de la Fm. Zapallo lutitas calcáreas, limolitas y areniscas, que podría corresponder con un abanico aluvial que desemboca en la plataforma marina.

### 3.11 Discusión

Con base a la revisión bibliográfica de estudios previos como TXC PECTEN, (1988); Ordóñez et al., (2006), se muestra la siguiente tabla comparativa (Figura 3.13) con el proyecto de Actualización Estratigráfica y Bioestratigráfica del pozo Ricaurte -1.



**Figura 3.13** Actualización de la bioestratigrafía, topes y bases formacionales

La síntesis estratigráfica proporcionada por TXC PECTEN, (1988) define el Plioceno Temprano en el intervalo de 1490'–1630' (Figura 3.13) con los foraminíferos planctónicos de la zona N19/N18 y nanofósiles calcáreos de la zona NN15 y NN12. En este análisis se confirma la ocurrencia del Plioceno Temprano y Mioceno Tardío para el de intervalo

de 260'–1520' determinado con los foraminíferos planctónicos de la zona N19/N18, palinomorfos de la super zona X de *Echitricolporites mcneillyi* de rango concurrente, frecuencia abundante y la asociación microfosilífera.

Por otro lado, la Fm. Onzole no está representada en el pozo Ricaurte –1, sin embargo, Ordóñez et al., (2006), menciona a esta formación en la Cuenca de Manabí. Benítez, (1991) divide a la formación en dos miembros el Miembro Superior e Inferior Onzole de edad Mioceno Tardío y Plioceno Temprano. Para este intervalo, se sugiere que, la Fm. Onzole (superior e inferior) está desde el Plioceno Temprano; comprendido entre los 260'–1520' (en sentido de la perforación) hasta el Mioceno Tardío; comprendido entre los 1520'–2010'.

El Mioceno Tardío fue determinado por Ordóñez et al., (2006) con el foraminífero planctónico de la zona N16. TXC PECTEN, (1988) determina el Mioceno Medio en los 1490'–1630' definido por el palinomorfo de la super zona X de *Echitricolporites spinosus* y otras especies como *Grimsdalea magnaclavata*. El presente proyecto sugiere que, el Mioceno Tardío está comprendido en el rango de 1520'–2010'.

Ordóñez et al., (2006) define el Mioceno Medio medio en el intervalo de 1650'–3310' en donde se encuentra la Fm. Angostura. TXC PECTEN, (1988), señala que, el Mioceno Medio comprende el intervalo de 1630'–4780' determinado con el palinomorfo de la zona IX de la zona *Crassoretitriletes vanraadshovenii*, los nanofósiles de la zona NN5 y NN7 y foraminíferos planctónicos entre la zona N7 y N8. En este proyecto integrador, el Mioceno Medio está comprendido en el intervalo de 2010'–4480'.

El Mioceno Medio temprano está definido por Ordóñez et al., (2006) en el intervalo 3350'–4860' correspondiente a la facie Subibaja (Grupo Tosagua). TXC PECTEN, (1988) no define el este intervalo de tiempo, sin embargo, considera, el intervalo 1630'–4780' como Mioceno Medio. En esta revisión de la información, el intervalo del Mioceno Medio temprano está asignado a la profundidad 4480'–5025' correspondiente a la facie Subibaja. El Mioceno Temprano está presente las facies Dos Bocas y Villingota en el intervalo de 4900'–6400'. Para TXC PECTEN, (1988), el Mioceno Temprano abarca el

intervalo de 4780'–5600'. En este proyecto el Mioceno Temprano está definido en el intervalo de 5025'–6025'.

El Oligoceno está definido por Ordóñez et al., (2006) en el intervalo de 7650'–8650' correspondiente a la Fm. Playa Rica. TXC PECTEN, (1988) menciona el Oligoceno Tardío en el intervalo 5600'–7590'. En este proyecto se propone que, la edad del Oligoceno se extienda en el intervalo 6650'–8340' y según la microfauna encontrada en las diferentes edades, se evidencia una depositación continua, más no un hiato desde el Oligoceno Tardío al Mioceno Temprano Informes de Petro–producción de 1988. Adicionalmente, en este estudio, en función de la revisión de la base de datos y ripios de perforación, se encontraron especies como *Bolivina marginata*, *Bolivina pisciformis*, *Bulimina inflata*, *Bulimina ovata*, *Bulimina rostrata*, *Bulimina striata*, *Bulimina uvigerinaformis*, *Buliminella curta*, *Cassidulina subglobosa*, *Fursenkoina sp*, *Guttulina irregularis*, *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia mantaensis*, *Hoeglundina elegans*, *Lagena striata*, *Lenticulina americana*, *Lenticulina aff. Clericii*, *Martinottiella communis*, *Oridorsalis umbonatus*, *Pullenia bulloides*, *Uvigerina gallowayi*, *Siphonodosaria abyssorum*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina hispida*, *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax unicavus*, *Globigerina brevis*, *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina ouachitaensis*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerina tripartita*, *Globigerina venezuelana*, *Globorotaloides suteri*, *Globorotalia opima nana*, *Globorotalia opima opima*, *Globorotaloides suteri*, *Coccolithus pelagicus*, *Cyclolithus floridanus*, *Dictyococcites bisectus*, *Discoaster deflandrei*, *Helicosphaera compacta*, *Helicosphaera aff. Intermedia*, *Helicosphaera kamptneri*, *Reticulofenestra minuta*, *Dictyococcites bisectus*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera kamptneri*, *Reticulofenestra minuta*, *Perforicollipites digitatus* y *Verrucatosporites usmensis* que nos permiten sugerir la presencia de otra formación.

Ordóñez et al., (2006) define el Oligoceno Medio en 6600'–7610' en donde se encuentra la Fm. Playa Rica, TXC PECTEN, (1988) menciona que esta época se encuentra en el intervalo de 7590'–8930' y para este análisis la edad consenso es 7715'–8340'. Ordóñez et al., (2006) define el Oligoceno Temprano en los 7650'–8650', TXC PECTEN, (1988)

determina esta época en el intervalo de 7590'–8930'. La integración de microfósiles para este análisis indica que, el Oligoceno Temprano comprende el rango de 7715'–8340'.

Ordóñez et al., (2006) considera que, el Eoceno Medio–Tardío entre los 8690'–9140' correspondiente a la Fm. Zapallo., TXC PECTEN, (1988) asigna al Eoceno en el intervalo de 8930'–9430' y la revisión del presente estudio propone un intervalo de 8340'–9030'.

En general, se realizó una comparación con las especies reportadas por TXC PECTEN, (1988) en donde las edades difieren según la especie, su rango bioestratigráfico y asociación microfosilífera. Por ejemplo, la *Reticulofenestra pseudoumbilica* (marcador zonal del Plioceno Medio) fue utilizada por TXC PECTEN, (1988) para delimitar el Plioceno Temprano y en este proyecto se utilizó esta especie según su frecuencia y rango estratigráfico reportada como común dentro de ese intervalo. TXC PECTEN, (1988) utiliza el marcador zonal del Mioceno Tardío y la asociación microfosilífera y en este estudio se emplean 2 marcadores zonales del Mioceno Tardío, especies según su aparición-extinción y sus rangos bioestratigráficos correspondientes al Mioceno Tardío temprano. El Oligoceno Tardío fue datado con los nanofósiles de la zona NP21-NP23, palinomorfos de la super zona *Cicatricosisporites dorogensis-Magnastriatites* y el foraminífero planctónico *Globigerina ampliapertura* se consideró como marcador del entre el Oligoceno Temprano y Tardío. Para este estudio se utilizan indicadores bioestratigráficos reportados en Ordoñez et al., (2006) y el palinomorfo de la zona IX de *Cicatricosisporites dorogensis*.

Con base a los foraminíferos bentónicos y otros microfósiles, en el ambiente de plataforma continental externa se ha encontrado las especies de *Bolivina interjuncta*, *Bolivina plicata*, especies típicas de aguas cálidas, igual menciona que en esta zona son abundantes especies como *Uvigerina Cassidulina* y *Cibicides*. Para el ambiente de talud superior (200-750 m) la diversidad de especies es evidente en esta zona, se hace notorio la presencia de otras especies que estuvieron ausentes en la anterior como *Epsitominella pacifica*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina hispida*, *Trifarina* sp. *Globulina* Sp. La *Uvigerina peregrina* generalmente ha sido encontrada en sedimentos limosos-limo-arenosos y limo arcilloso, esta especie ocurre de forma abundante entre los 200 a 400 m de profundidad.

En la Cuenca de Manabí existen ejemplares de esta especie entre 0 y 42 m. En este estudio se ha encontrado de forma abundante en la zona de plataforma externa al talud superior. Las zonas de mayor distribución específica y abundancia relativa fueron la plataforma continental externa y talud superior.



# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

El control biocronoestratigráfico de la sección de estudio se realizó mediante el procesamiento de 47371 datos en donde se han incluido los grupos de diferentes especies de foraminíferos planctónicos, bentónicos, nanofósiles y palinomorfos (granos de polen y esporas) de diferente composición (calcárea, orgánica, quitinosos y aglutinados), rangos bioestratigráficos, piso, edades, zonas, profundidades y frecuencia de cada especie. La base de datos propuesta muestra el resumen y ordenamiento en tiempo de la información bioestratigráfica del pozo Ricaurte –1 representada en tablas de alcances bioestratigráficos, tablas de bioeventos, tablas de frecuencias, tabla de correlaciones que han permitido proyectar los eventos bioestratigráficos del Plioceno Temprano al Eoceno Medio–Tardío. Asimismo, las técnicas de la bioestratigrafía constituyen herramientas de correlación estratigráfica que permiten la visualización y elaboración de una base de datos bioestratigráficos mediante el contenido microfósilífero con lo cual se ha podido observar las edades relativas de las rocas o sedimentos.

Con base a la litología descrita de los ripios de perforación obtenidos en el CIGQ, se elaboró la columna estratigráfica del pozo, concluyendo que, a lo largo del pozo se presenta una litología monótona, siendo concurrente rocas detríticas como limo, lutita con intercalaciones de arena fina a gruesa y arcilla, variando los sedimentos de un color café a gris muy claro y gris verdoso, logrando diferenciarse por medio de la microfauna presente en los intervalos muestreados.

Se sugiere que la Fm. Onzole se encuentra desde los 260' hasta los 2010'. Esta formación no está mencionada en el pozo Ricaurte –1 por otros autores, sin embargo, la microfauna expuesta en Ordóñez et al., (2006), la microfauna reportada por TXC PECTEN, (1988) y las especies en muestras de ripios analizadas, así como la dispersión faunística registrada y catalogada permite definir el Plioceno Temprano – Mioceno Tardío asignada a la Fm. Onzole.

Con este estudio bioestratigráfico, se ha logrado definir el estado biocronoestratigráfico de la Fm. Pambil cuya edad es Oligoceno Tardío, aflora en la Cuenca de Esmeraldas debido a que las características litológicas y microfaunísticas descritas en los ripios de perforación es correlacionable con esta formación.

El análisis de la microfauna registrada para el Oligoceno evidencia una depositación continua de la sedimentación, misma que, ha sido observada en los reflectores sísmicos, por consiguiente, se descarta la presencia de un hiato para esta época (Oligoceno Tardío–Mioceno Temprano).

Según la microfauna de foraminíferos bentónicos y otros, la paleobatimetría de la sección atravesada por la perforación fluctúa desde un batial superior entre los 200–500m y de plataforma externa comprendida entre los 70–200m de profundidad. Finalmente, con el presente estudio se logra actualizar la columna estratigráfica del pozo Ricaurte –1 en la Cuenca de Manabí.

## 4.2 Recomendaciones

- Continuar con el control bioestratigráfico del pozo Ricaurte –1 desde la profundidad 9030' – 14577' para actualizar la información estratigráfica y bioestratigráfica del pozo.
- Realizar una correlación con los datos geofísicos del pozo para la interpretación de la estratigrafía de secuencias y su correlación con los topes, bases formacionales.
- Elaborar diferentes bases de datos para pozos perforados para la actualización de la información bioestratigráfica de la región.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aizprua, C., Witt, C., Brönnner, M., Johansen, S. E., Barba, D., & Hernandez, M. J. (2020). Forearc Crustal Structure of Ecuador Revealed by Gravity and Aeromagnetic Anomalies and Their Geodynamic Implications. *Lithosphere*, 2020(1). <https://doi.org/10.2113/2020/2810692>
- Aizprua, C., Witt, C., Johansen, S. E., & Barba, D. (2019). Cenozoic Stages of Forearc Evolution Following the Accretion of a Sliver From the Late Cretaceous-Caribbean Large Igneous Province: SW Ecuador-NW Peru. *Tectonics*, 38(4), 1441–1465. <https://doi.org/10.1029/2018TC005235>
- Benítez, S. (1990). *Mapa geológico de las formaciones Cayo y Guayaquil en Guayaquil*.
- Benítez, S. (1991). Las cuencas cretácicas del Ecuador. *Congreso Ecuatoriano de Geología, Minas y Petróleo*.
- Benitez, S. (1995). *Évolution géodynamique de la province côtière sud-équatorienne au Crétacé supérieur-Tertiaire*. Université Joseph-Fourier.
- Bercovici, A., & Vellekoop, J. (2017). Methods in Paleopalynology and Palynostratigraphy. In *Terrestrial Depositional Systems* (pp. 127–164). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803243-5.00003-0>
- Bolli, H., Saunders, J., & Perch-Nielsen, K. (1985). *Plankton Stratigraphy: Planktic foraminifera, calcareous nannofossils and calpionellids* (1st ed., Vol. 1).
- Bristow, C. R., & Hoffstetter, R. (1977). *Lexique stratigraphique international Vol. 5 Amérique Latine* (2nd ed., Vol. 5).
- Deniaud, Y. (1998). *Evolución tectono-sedimentaria de las cuencas costeras neógenas del Ecuador*.
- Deniaud, Y. (2000). *Enregistrements sédimentaire et structural de l'évolution géodynamique des Andes Equatoriennes au cours 1322 du Néogène : Etude des bassins d'avant-arc et bilans de masse* [PhD]. Université Joseph Fourier.
- Encinas, A., Finger, K. L., Buatois, L. A., & Peterson, D. E. (2012). Major forearc subsidence and deep-marine Miocene sedimentation in the present Coastal Cordillera and Longitudinal Depression of south-central Chile (38 30'S-41 45'S).

- Geological Society of America Bulletin*, 124(7–8), 1262–1277.  
<https://doi.org/10.1130/B30567.1>
- Fagan, A. (1991). *An Introduction to THE PETROLEUM INDUSTRY*.
- Hartley, A. J., May, G., Chong, G., Turner, P., Kape, S. J., & Jolley, E. J. (2000). Development of a continental forearc: A Cenozoic example from the Central Andes, northern Chile. *Geology*, 28(4), 331. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28<331:DOACFA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<331:DOACFA>2.0.CO;2)
- Hernández, M. J., Michaud, F., Collot, J.-Y., Proust, J.-N., & d'Acremont, E. (2020). Evolution of the Ecuador offshore nonaccretionary-type forearc basin and margin segmentation. *Tectonophysics*, 781, 228374. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2020.228374>
- Javaux, E. J., & Benzerara, K. (2009). Microfossils. *Comptes Rendus Palevol*, 8(7), 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2009.04.004>
- Kobawila, N. D., Elenga, H., & Ngatse, L. R. (2021). Miocene Foraminifera Biostratigraphy and Interpretation North Deep Sea Block of the Congolese Atlantic Basin. *Open Journal of Geology*, 11(07), 253–274. <https://doi.org/10.4236/ojg.2021.117015>
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1988). *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5760-3>
- Lorenzo, E., & Morato, A. (2018). *Geología del Petróleo* (1st ed.).
- Lutz, R., Gaedicke, C., Berglar, K., Schloemer, S., Franke, D., & Djajadihardja, Y. S. (2011). Petroleum systems of the Simeulue fore-arc basin, offshore Sumatra, Indonesia. *AAPG Bulletin*, 95(9), 1589–1616. <https://doi.org/10.1306/01191110090>
- Luzieux, L. D. A., Heller, F., Spikings, R., Vallejo, C. F., & Winkler, W. (2006). Origin and Cretaceous tectonic history of the coastal Ecuadorian forearc between 1°N and 3°S: Paleomagnetic, radiometric and fossil evidence. *Earth and Planetary Science Letters*, 249(3–4), 400–414. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2006.07.008>
- Mai, H., v. Salis Perch-Nielsen, K., Willems, H., & Romein, T. (1997). Fossil Coccospheres from the K/T Boundary Section from Geulhemmerberg, the Netherlands. *Micropaleontology*, 43(3), 281. <https://doi.org/10.2307/1485829>
- Martini, E. (1971). Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proceedings of the II Planktonic*, 739–785.

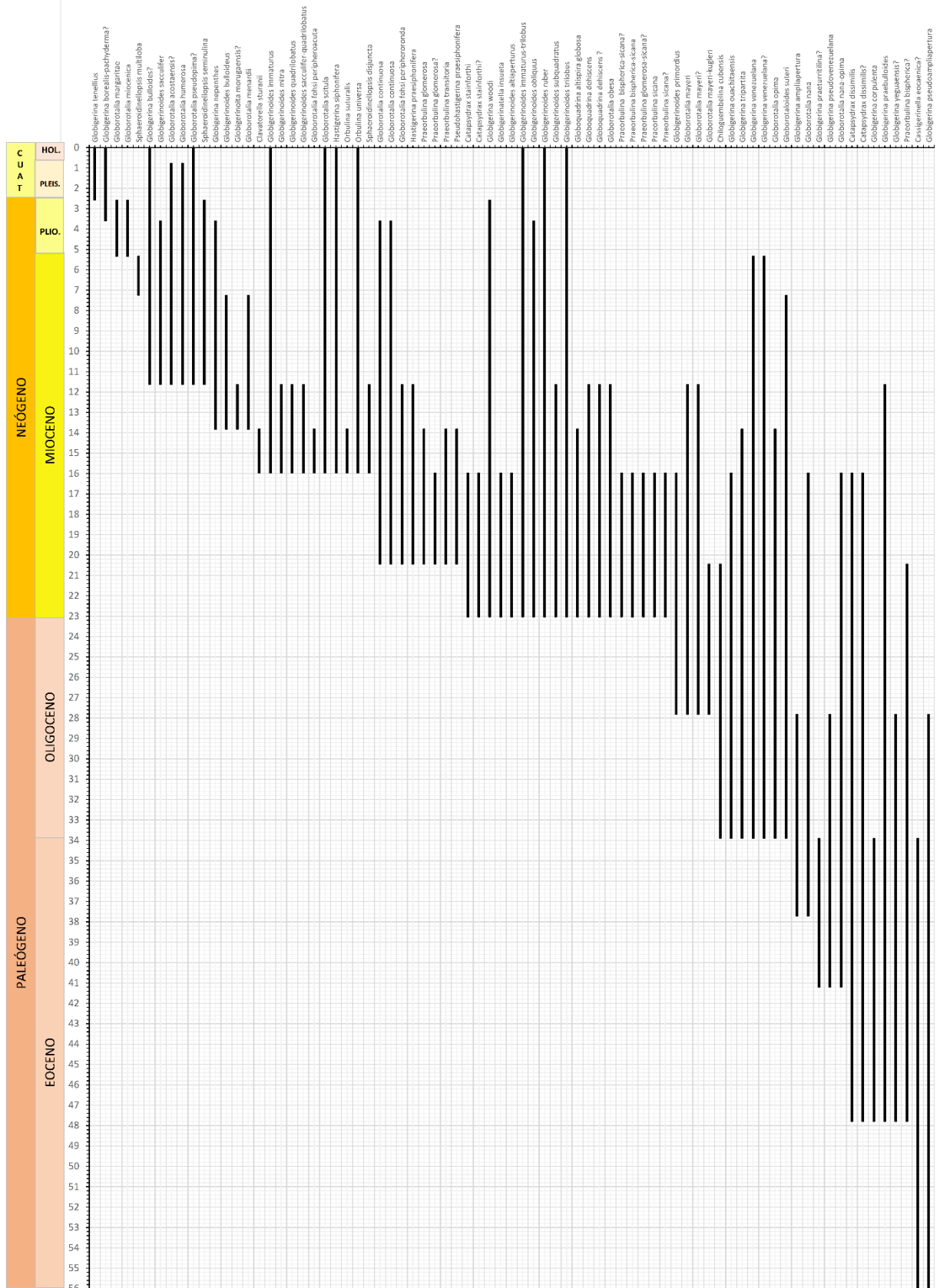
- Molina, E. (2004). *MICROPALAEONTOLOGÍA* (Prensas Universitarias de Zaragoza, Ed.; 2nd ed., Vol. 3).
- Muller, J., di Giacomo, E., & van Erve, A. W. (1987). *A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary, and Quaternary of northern South America*.
- Noda, A. (2016). Forearc basins: Types, geometries, and relationships to subduction zone dynamics. *Geological Society of America Bulletin*, 128(5–6), 879–895. <https://doi.org/10.1130/B31345.1>
- Ordóñez, M., Jiménez, N., & Suárez, J. (2006). *MICROPALAEONTOLOGÍA ECUATORIANA*.
- Reyes, P. (2013). Evolution du relief le long des marges actives: étude de la déformation Plio-Quaternaire de la cordillère côtière d'Equateur [Université Nice Sophia Antipolis]. In *Sciences de la Terre*. <https://theses.hal.science/tel-00835324/document>
- TXC PECTEN. (1988). *STRATIGRAPHIC AND GEOCHEMICAL ANALYSIS OF RICAURTE #1 WELL*.
- W. R. Dickinson (2), D. R. S. (3). (1979). Structure and Stratigraphy of Forearc Regions. *AAPG Bulletin*, 63. <https://doi.org/10.1306/C1EA55AD-16C9-11D7-8645000102C1865D>
- Whittaker, J. E. (1988). *Benthic Cenozoic Foraminifera from Ecuador: Taxonomy and Distribution of Smaller Benthic Foraminifera from Coastal Ecuador (Late Oligocene-Late Plio)*. British Museum (Natural History).
- Witt, C., Reynaud, J. Y., Barba, D., Poujol, M., Aizprua, C., Rivadeneira, M., & Amberg, C. (2019). From accretion to forearc basin initiation: The case of SW Ecuador, Northern Andes. *Sedimentary Geology*, 379, 138–157. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2018.11.009>

# APÉNDICES



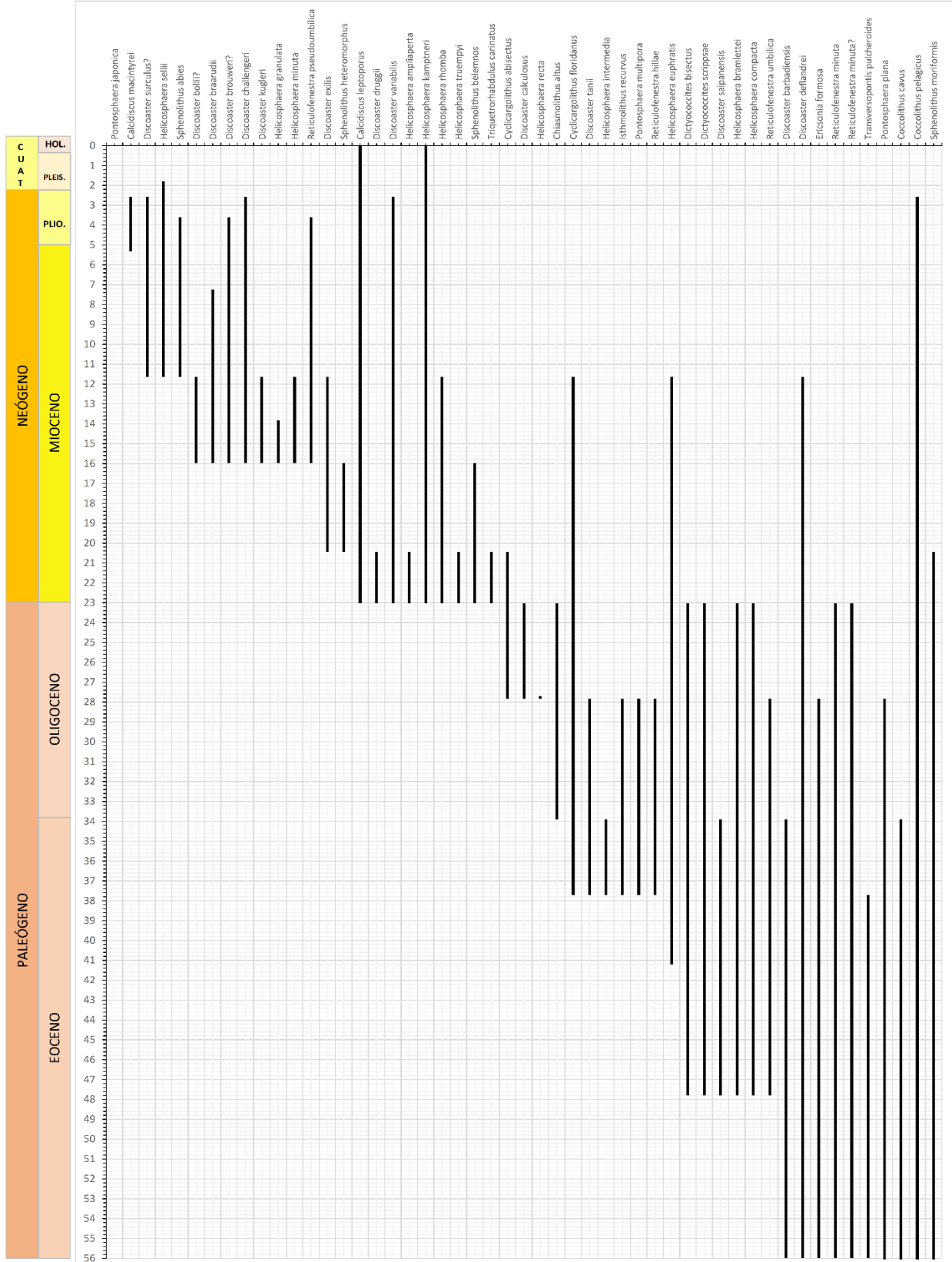
# APÉNDICE A

## RANGOS BIOESTRATIGRÁFICOS DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS



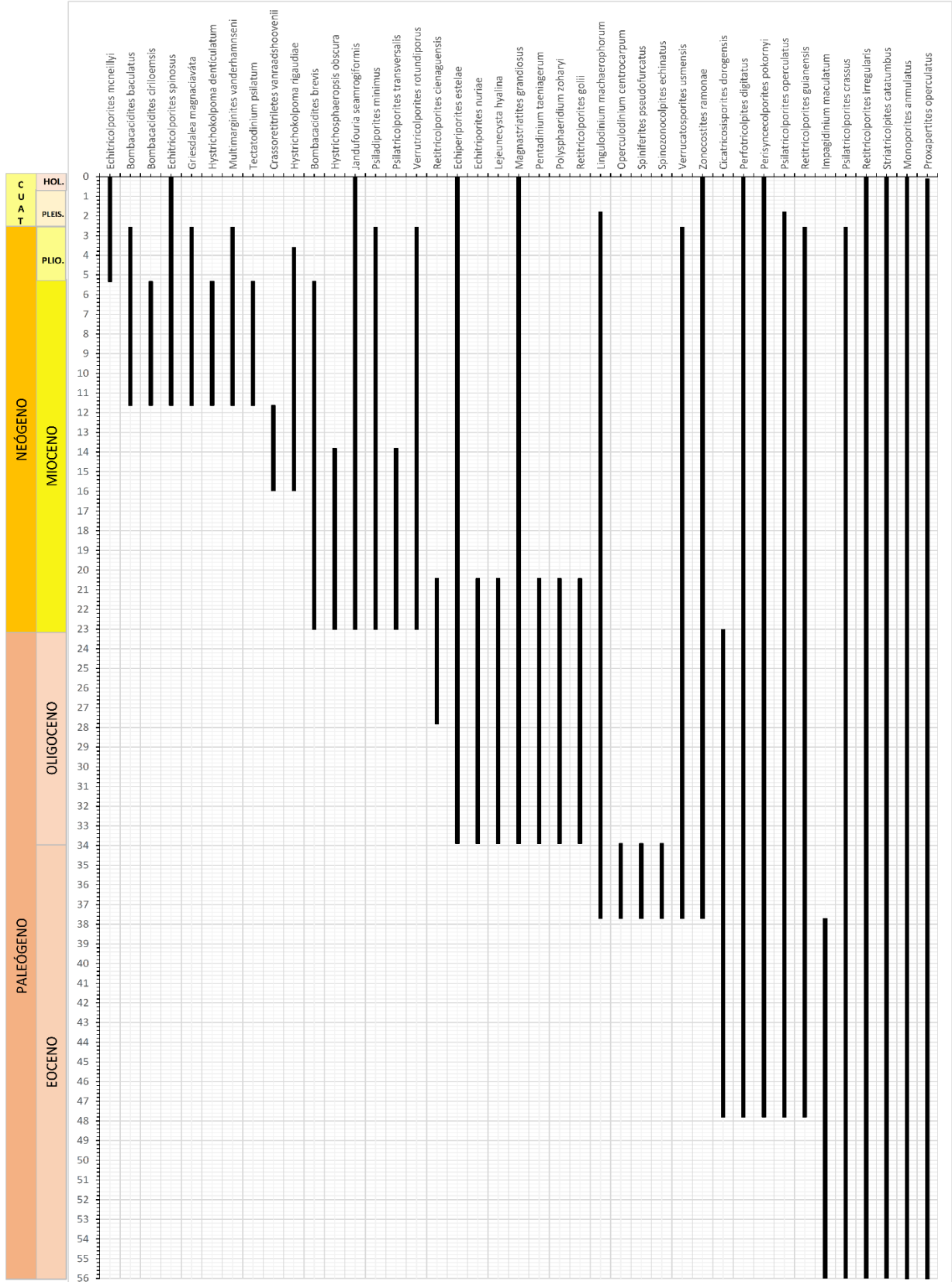
# APÉNDICE B

## RANGOS BIOESTRATIGRÁFICOS DE NANOFÓSILES CALCÁREOS

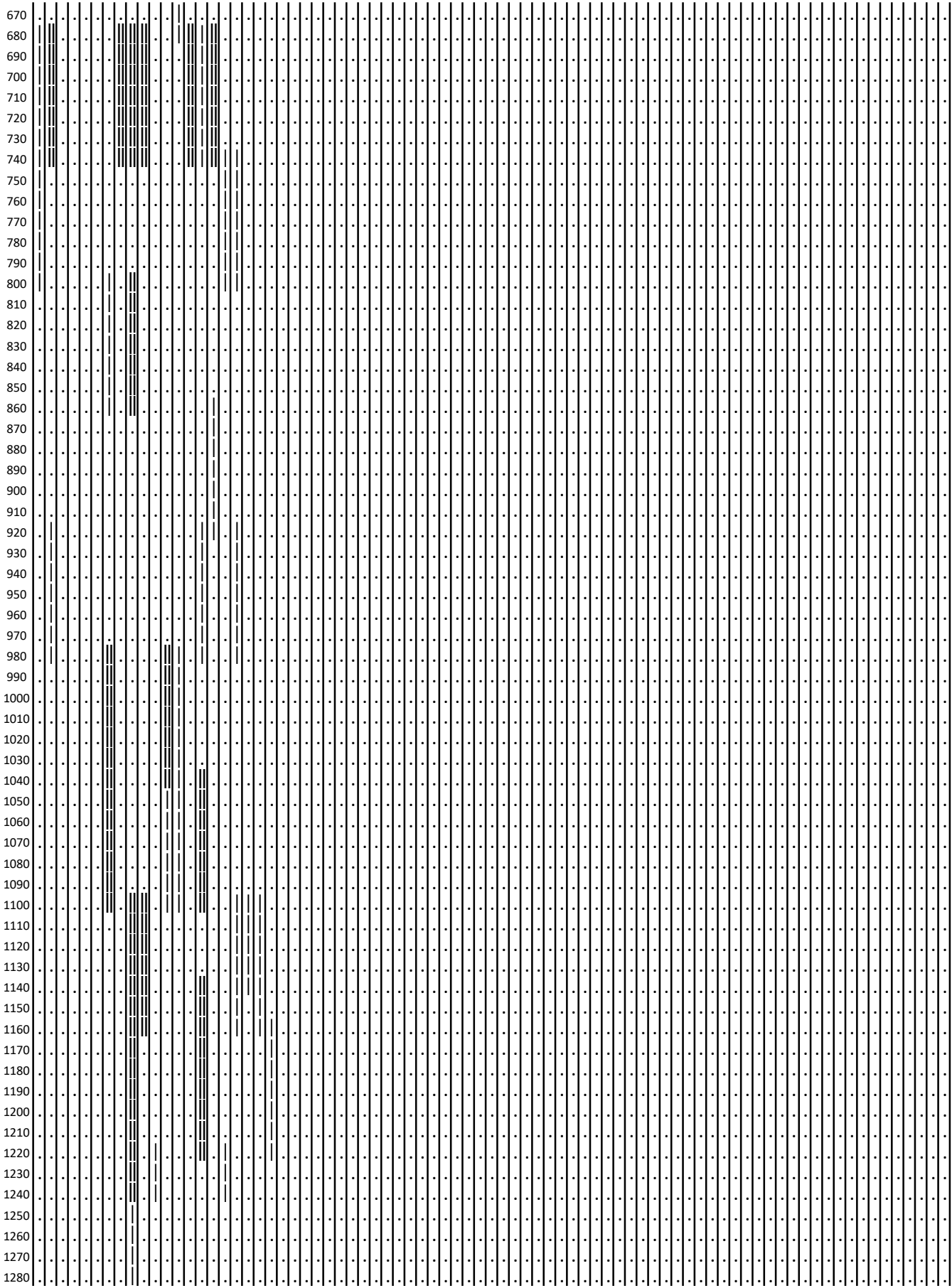


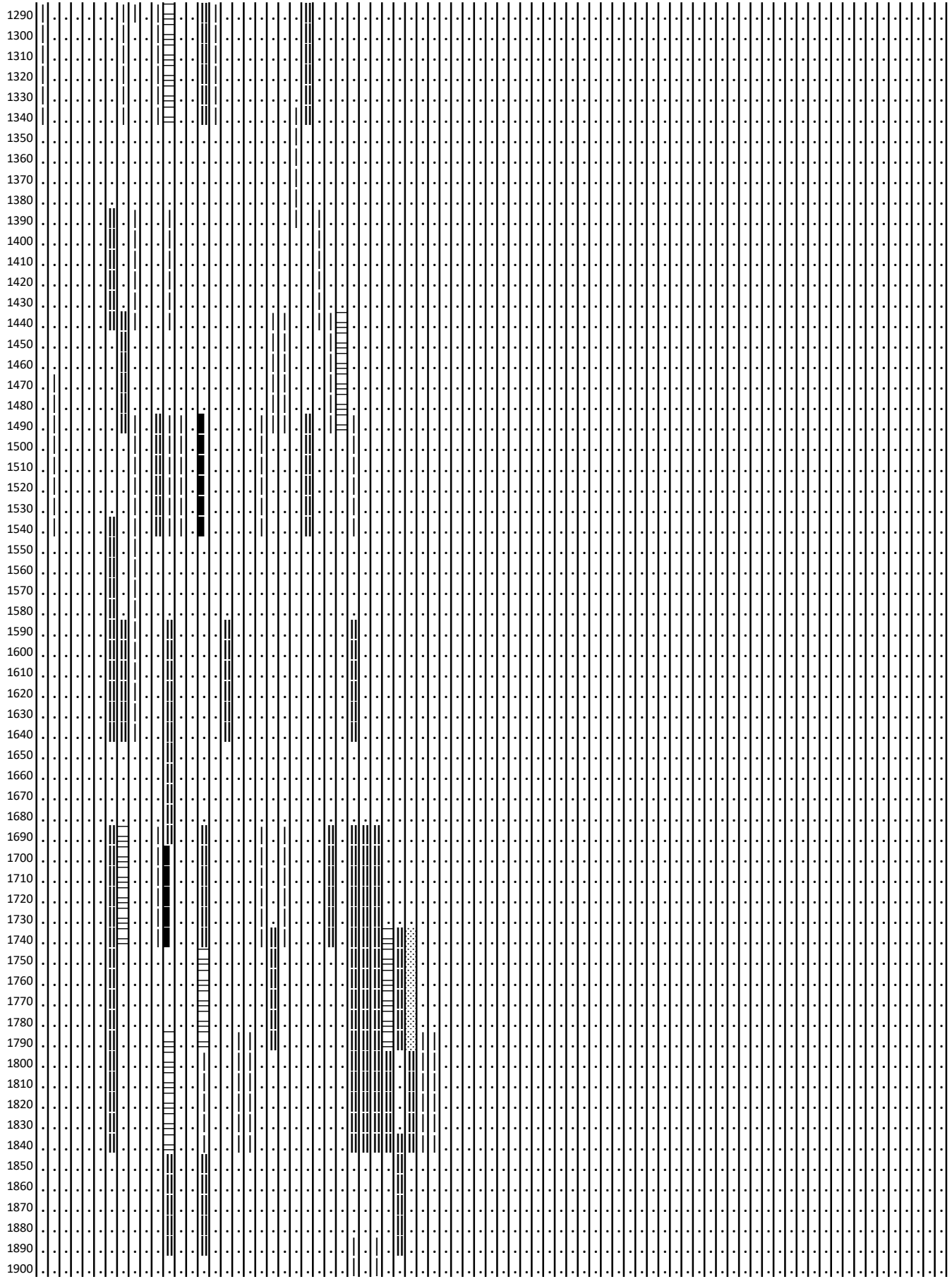
# APÉNDICE C

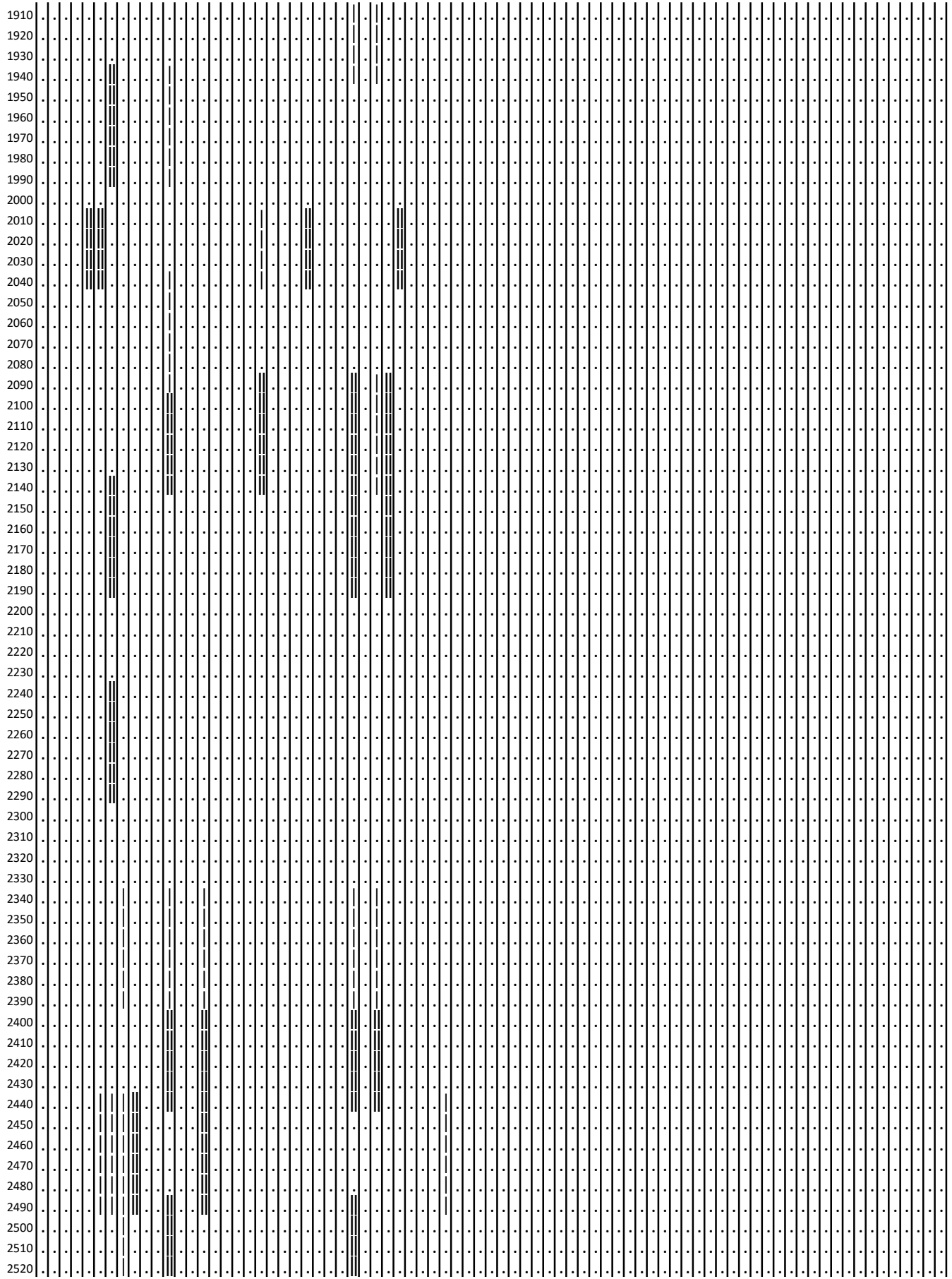
## RANGOS BIOESTRATIGRÁFICOS DE PALINOMORFOS



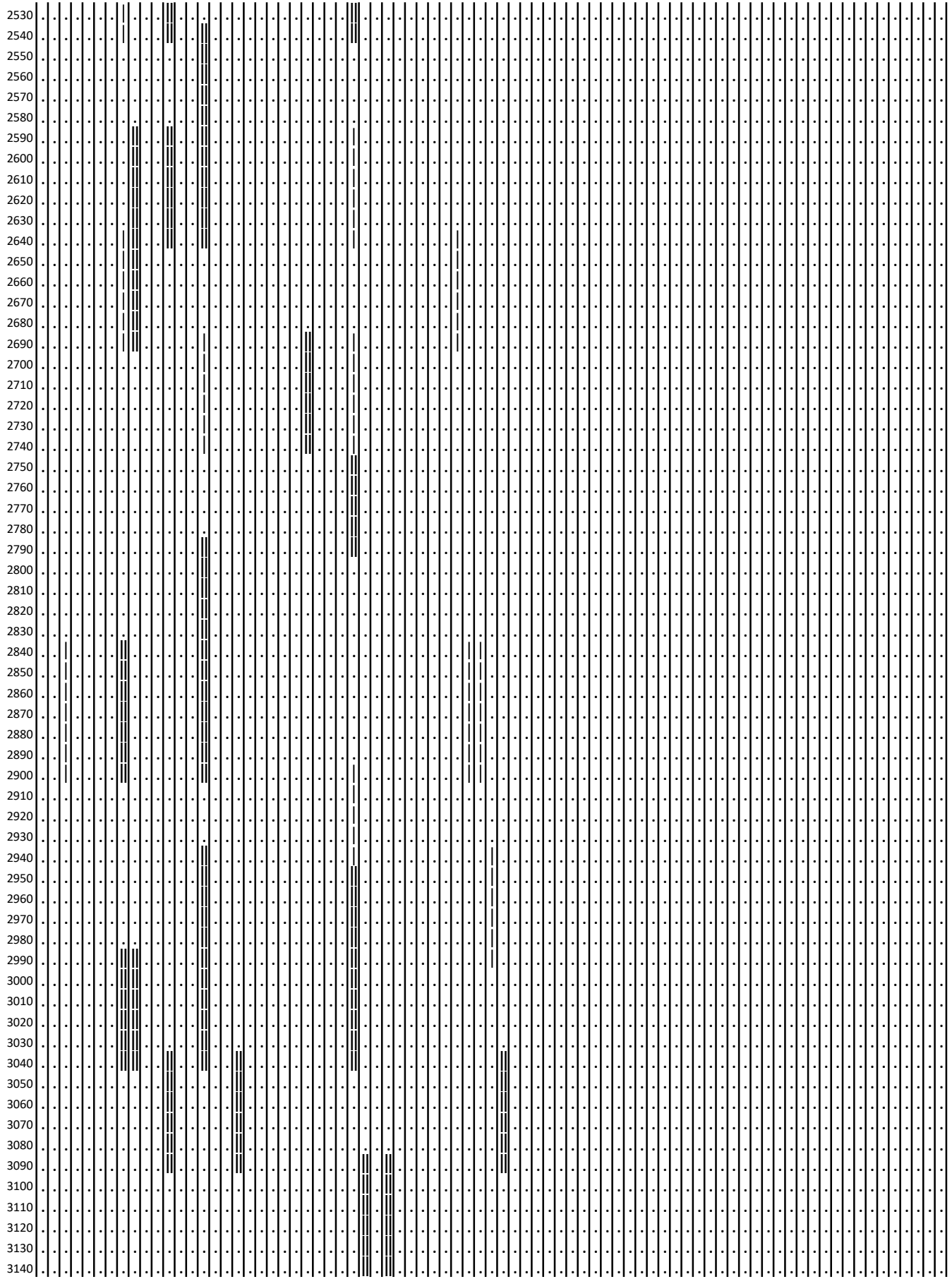




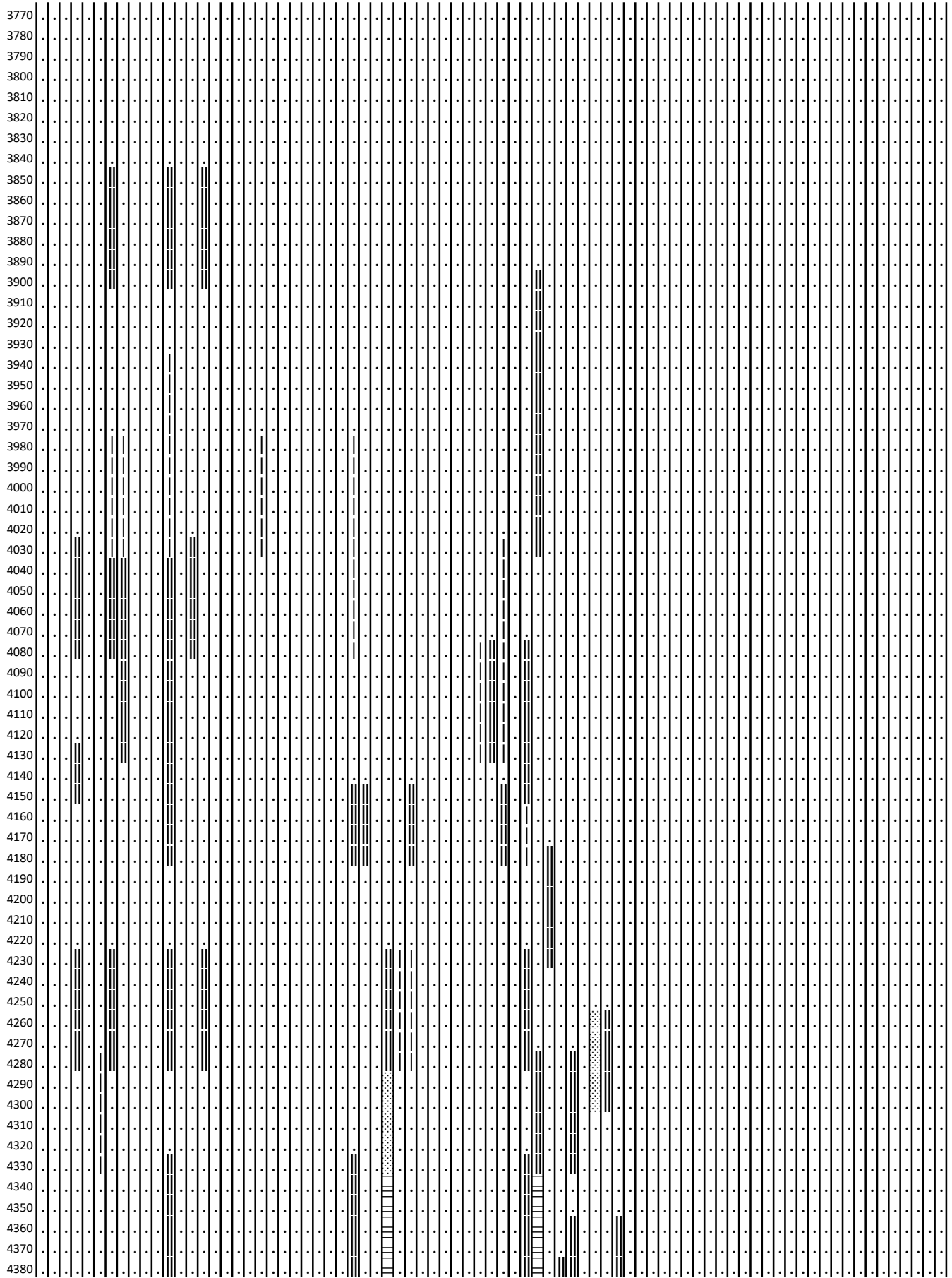




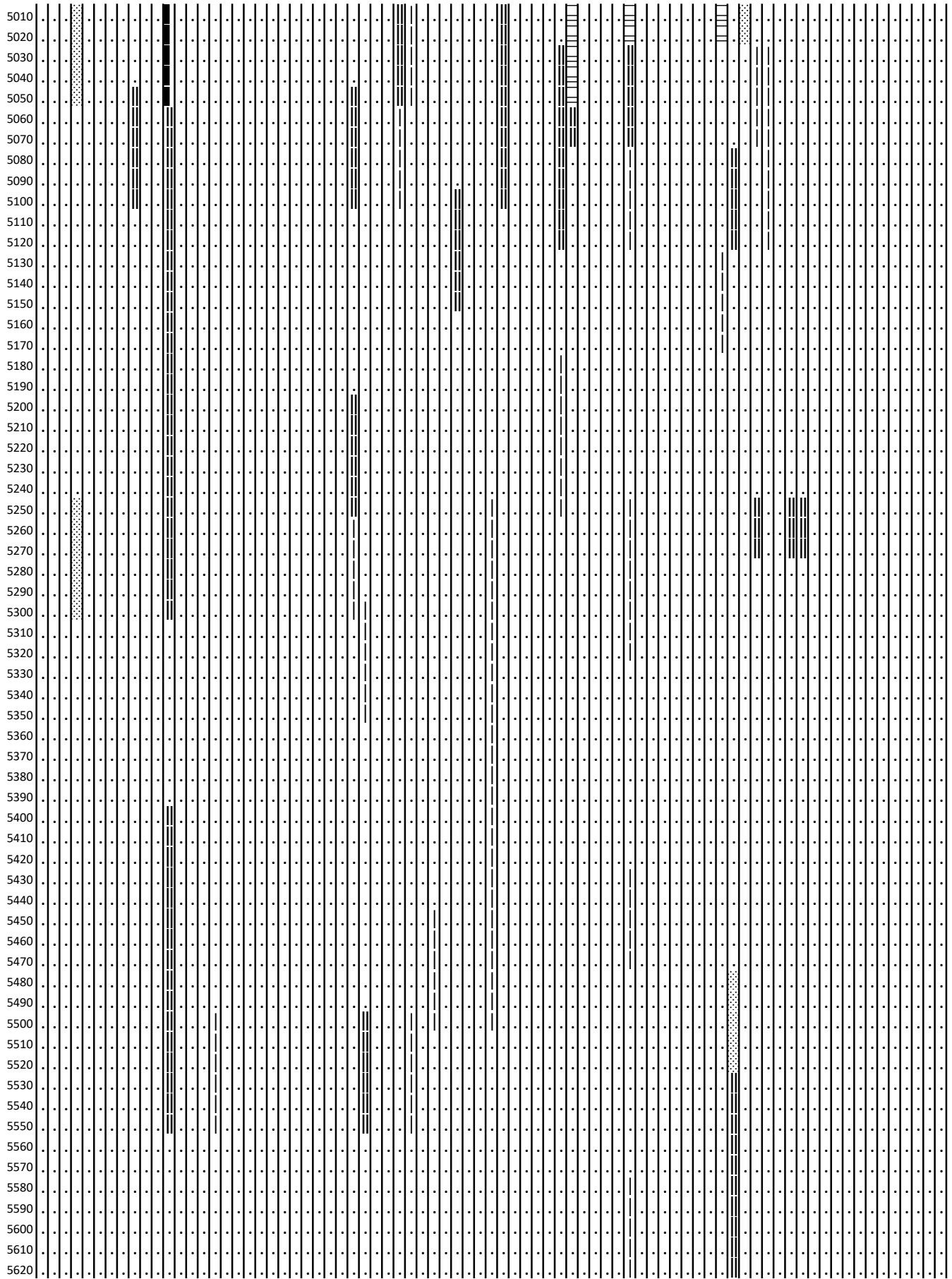






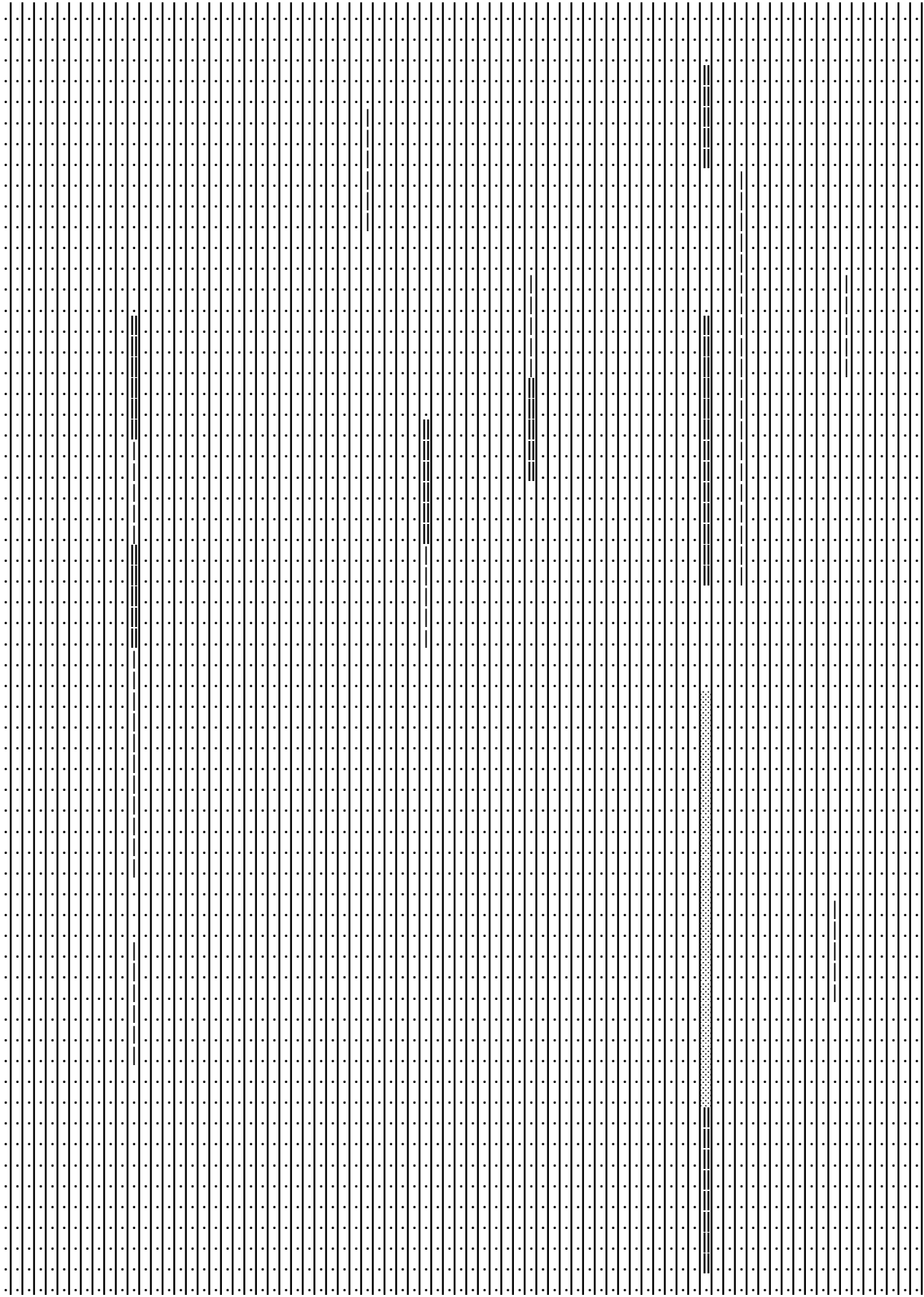








6250  
6260  
6270  
6280  
6290  
6300  
6310  
6320  
6330  
6340  
6350  
6360  
6370  
6380  
6390  
6400  
6410  
6420  
6430  
6440  
6450  
6460  
6470  
6480  
6490  
6500  
6510  
6520  
6530  
6540  
6550  
6560  
6570  
6580  
6590  
6600  
6610  
6620  
6630  
6640  
6650  
6660  
6670  
6680  
6690  
6700  
6710  
6720  
6730  
6740  
6750  
6760  
6770  
6780  
6790  
6800  
6810  
6820  
6830  
6840  
6850  
6860

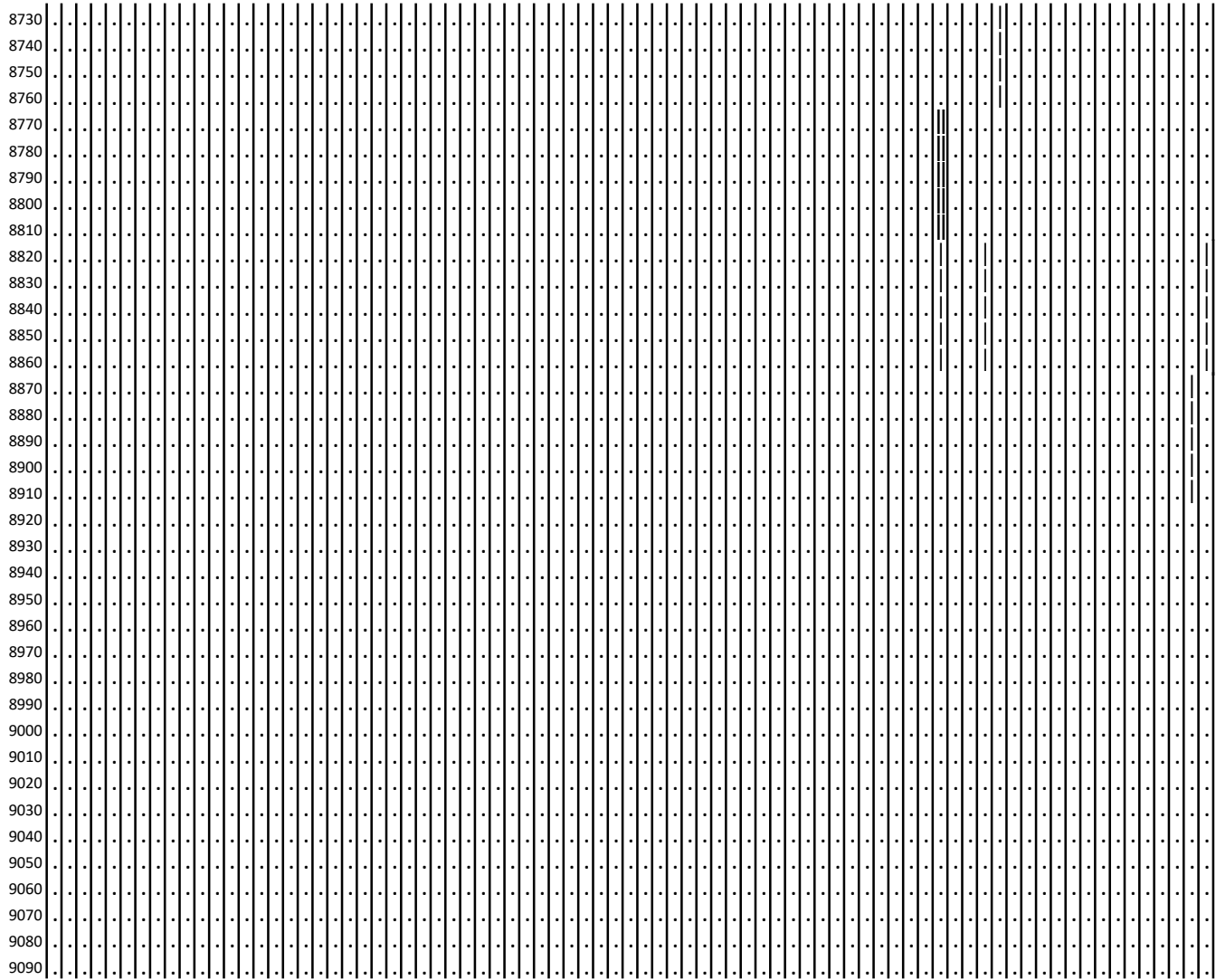










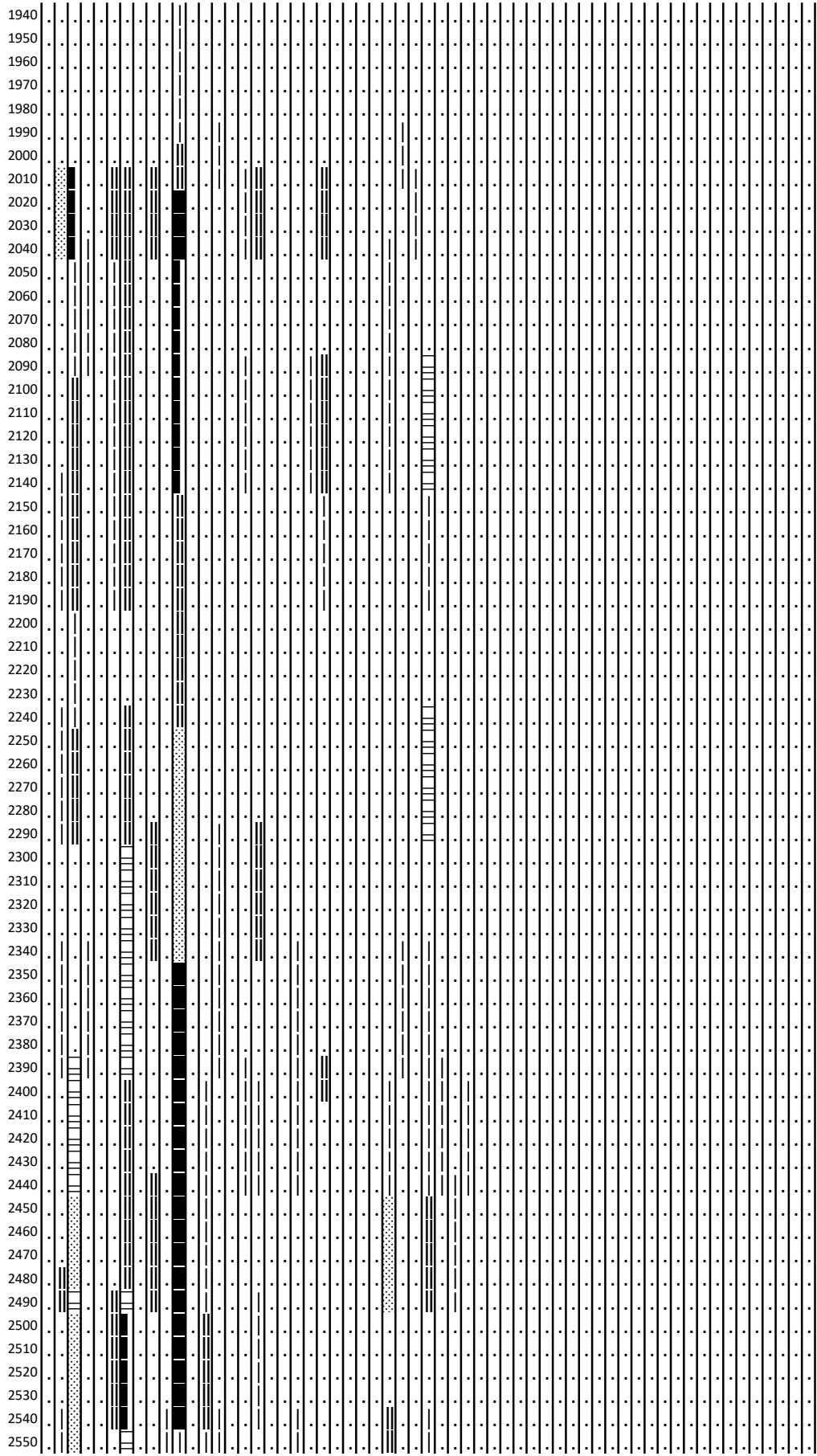


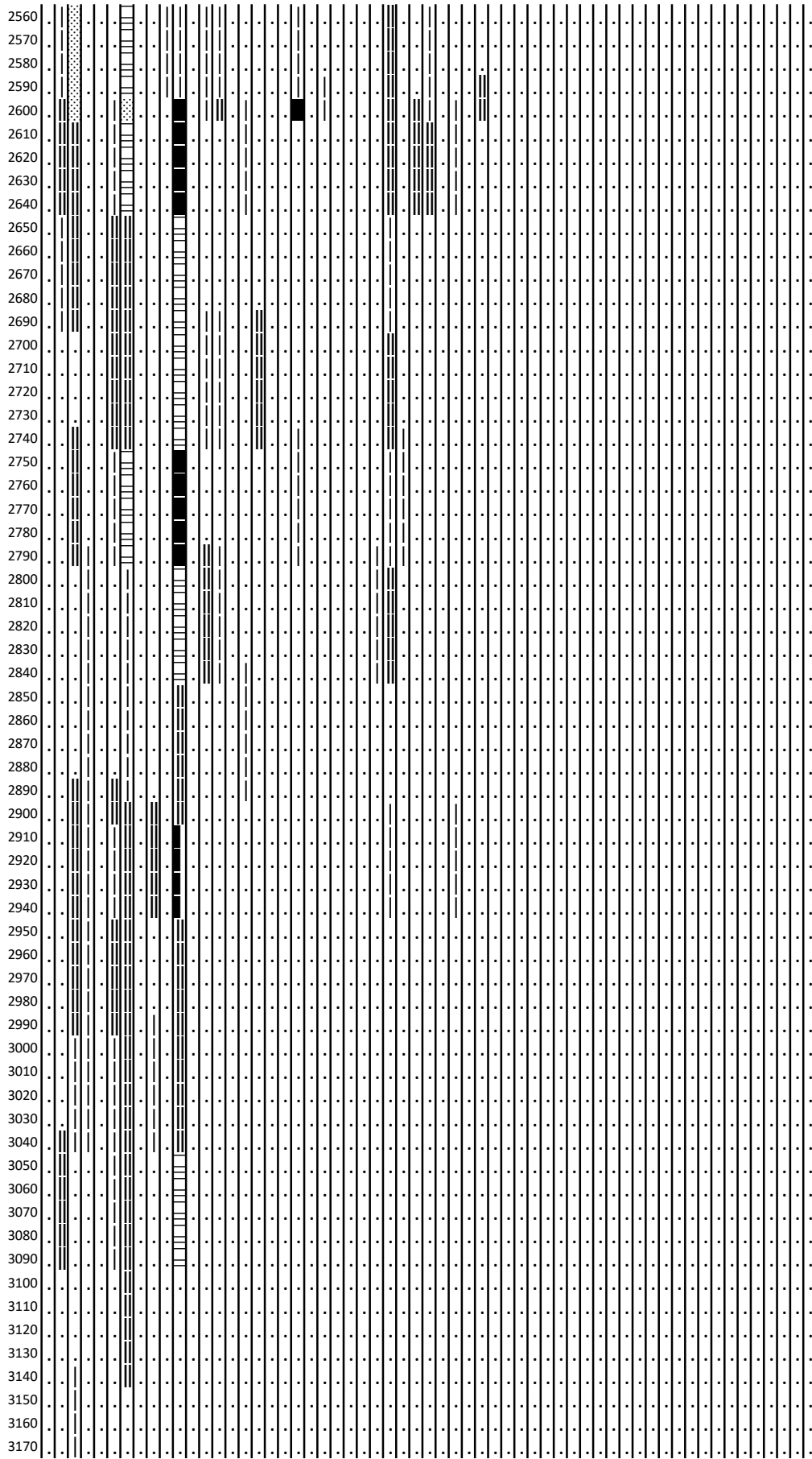
Leyenda	
Muy raro	
Raro	
Poco	⋮
Común	▢
Abundante	■
Inundado	■
Cuestionable	?



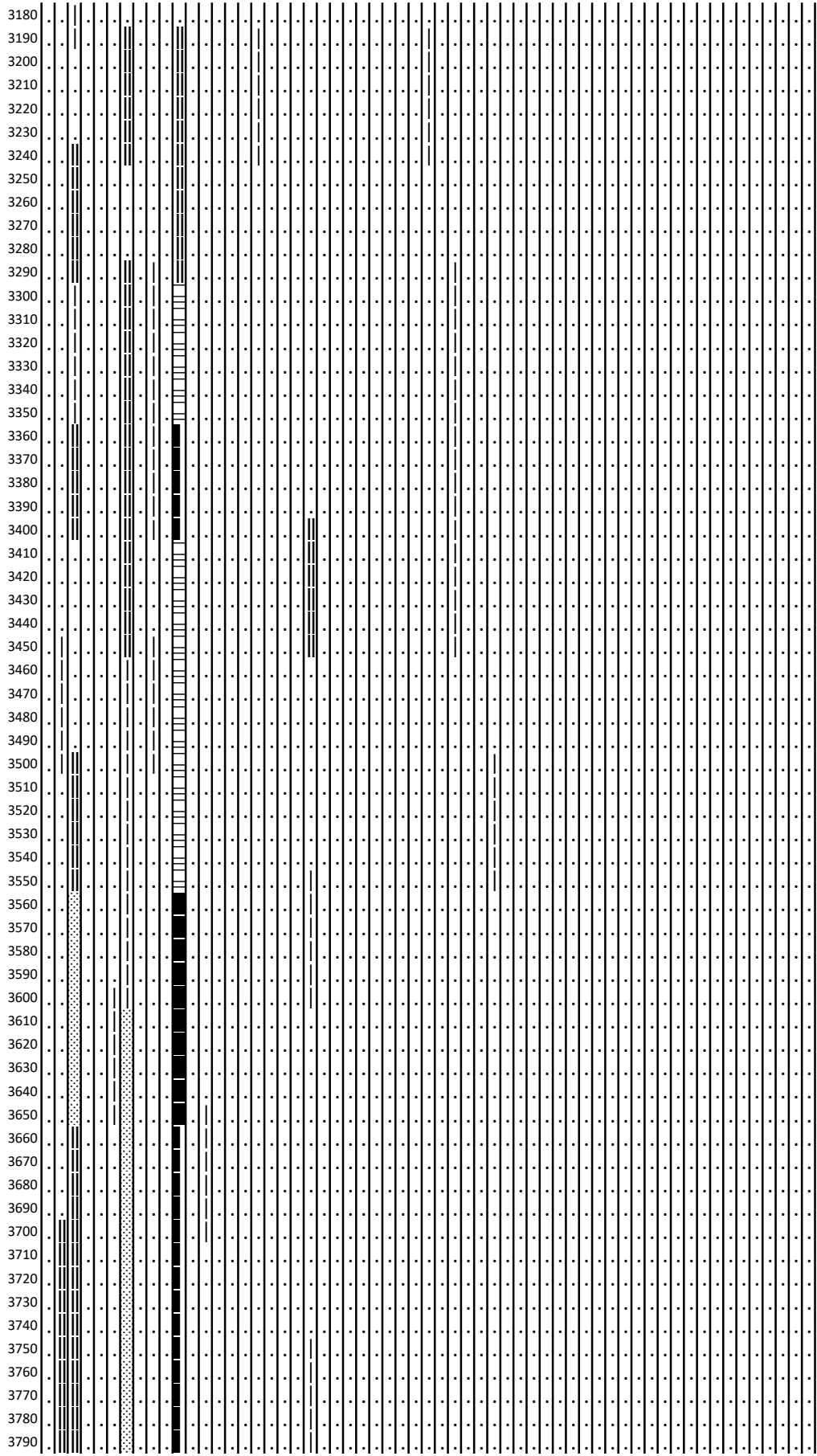


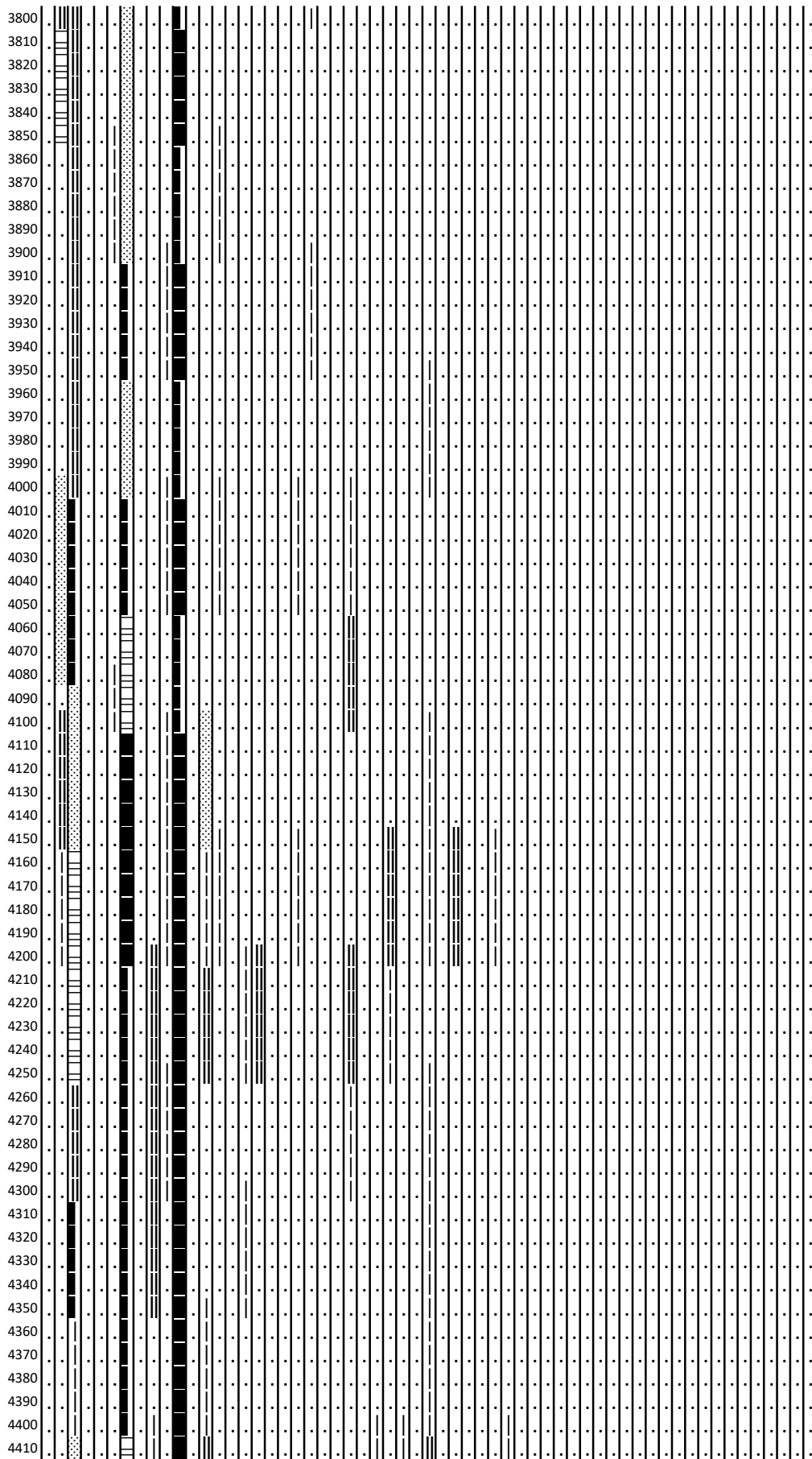


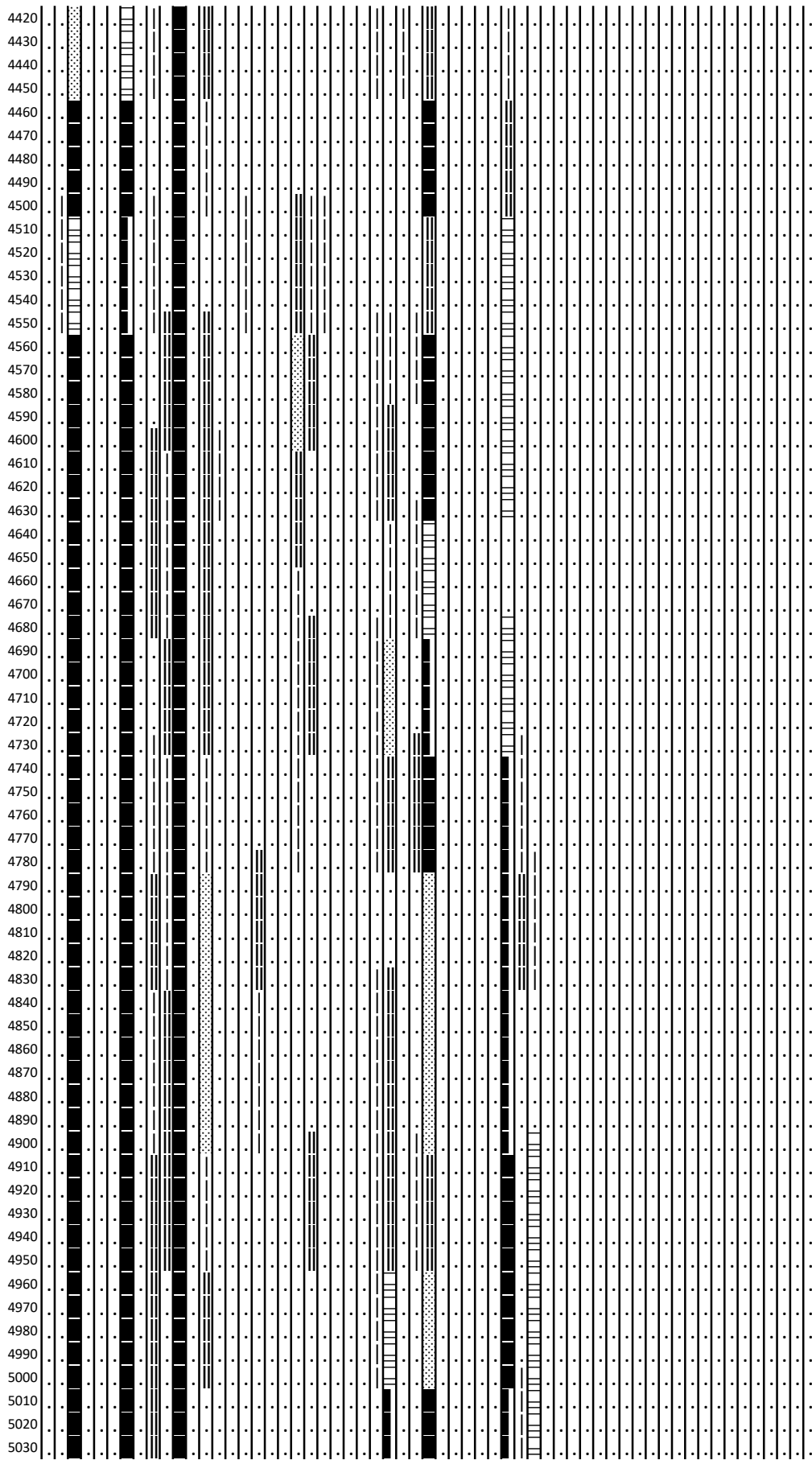


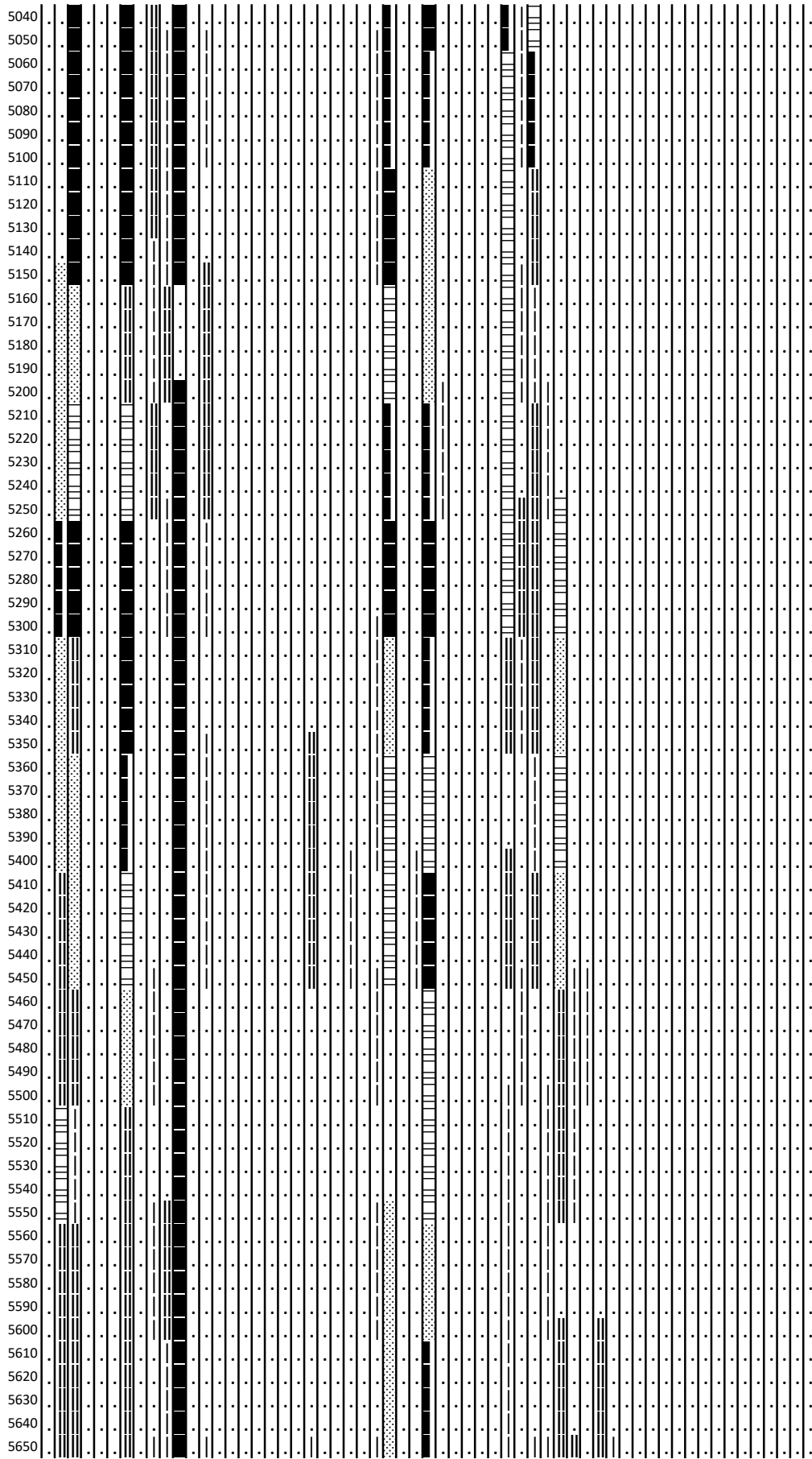


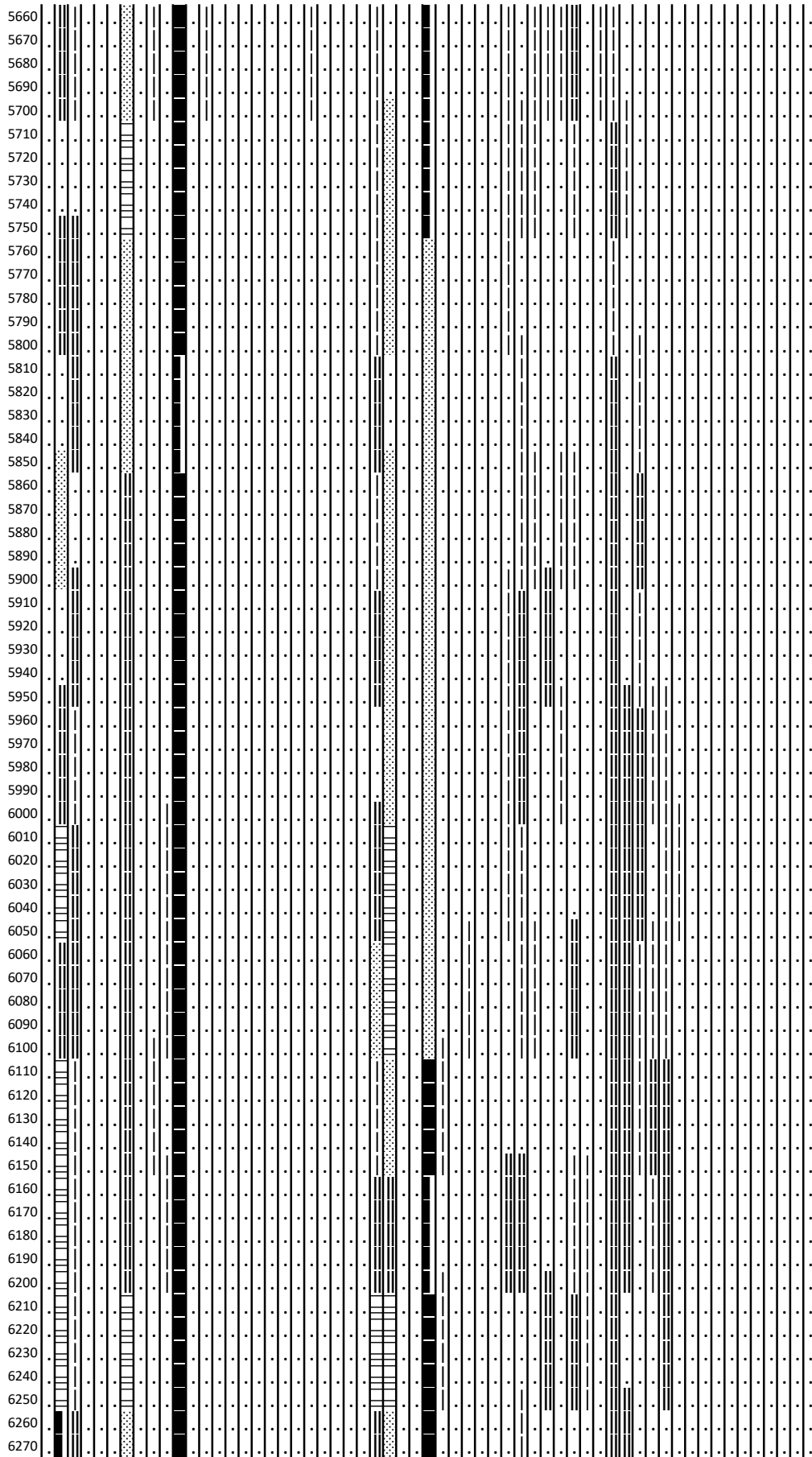


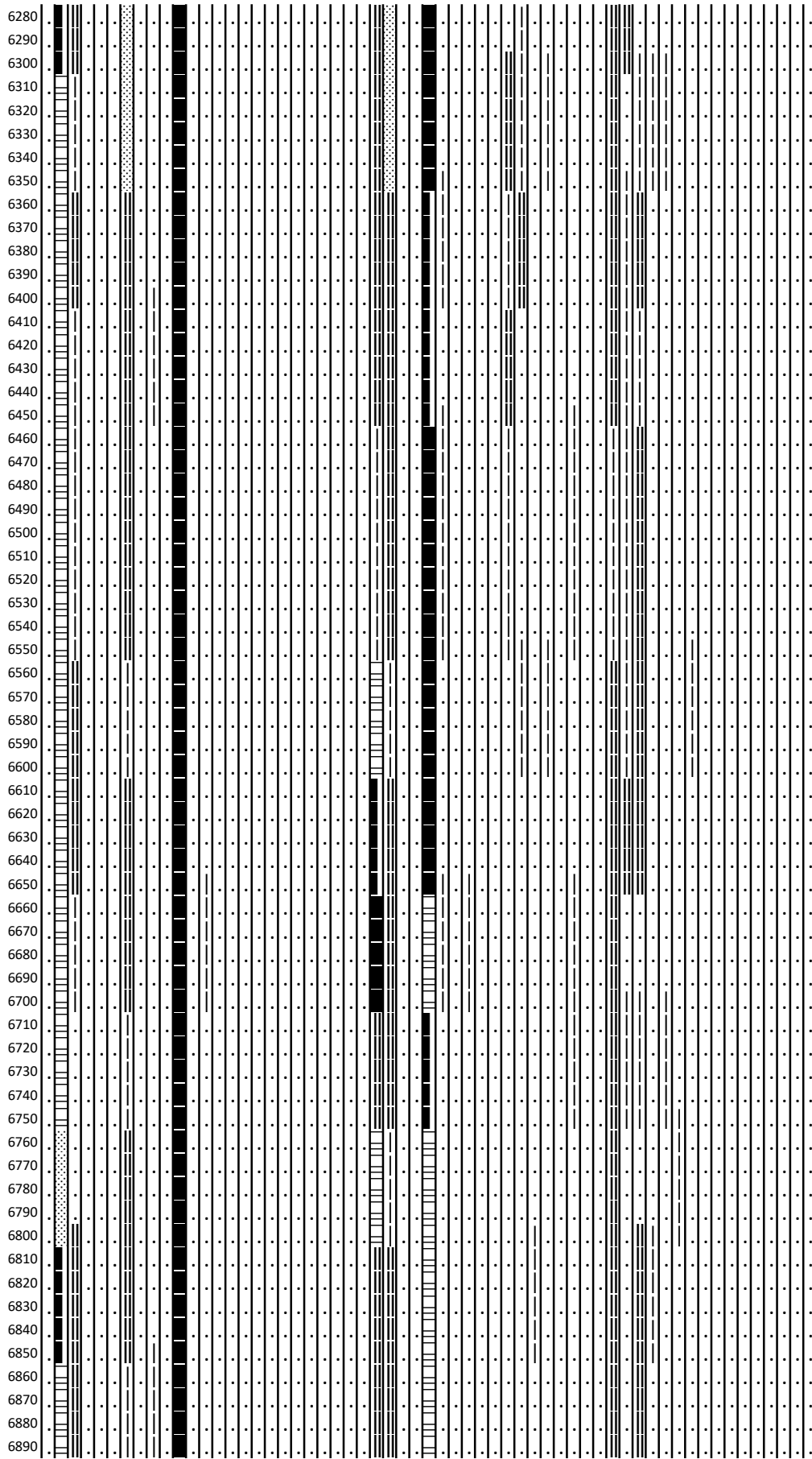




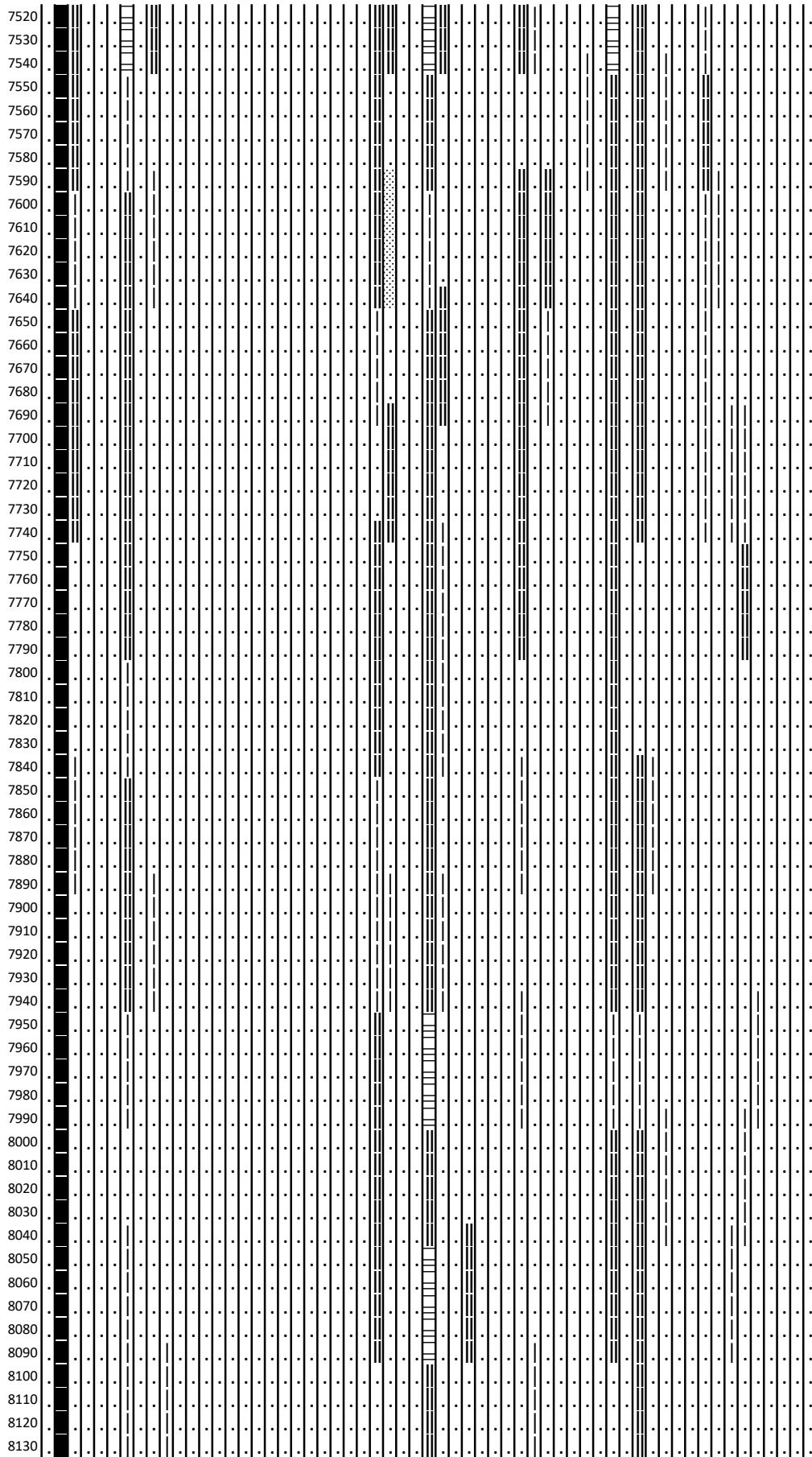




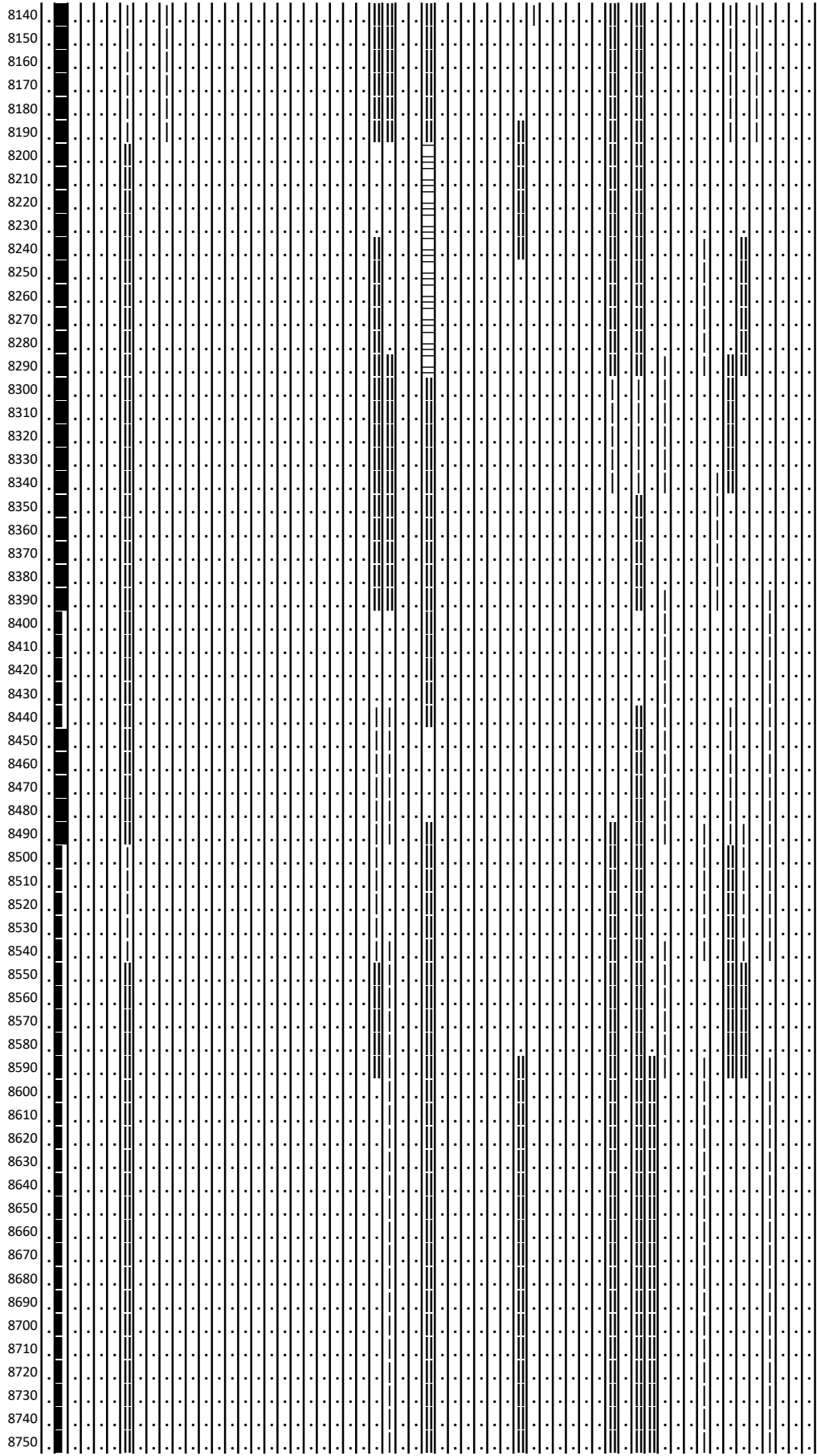


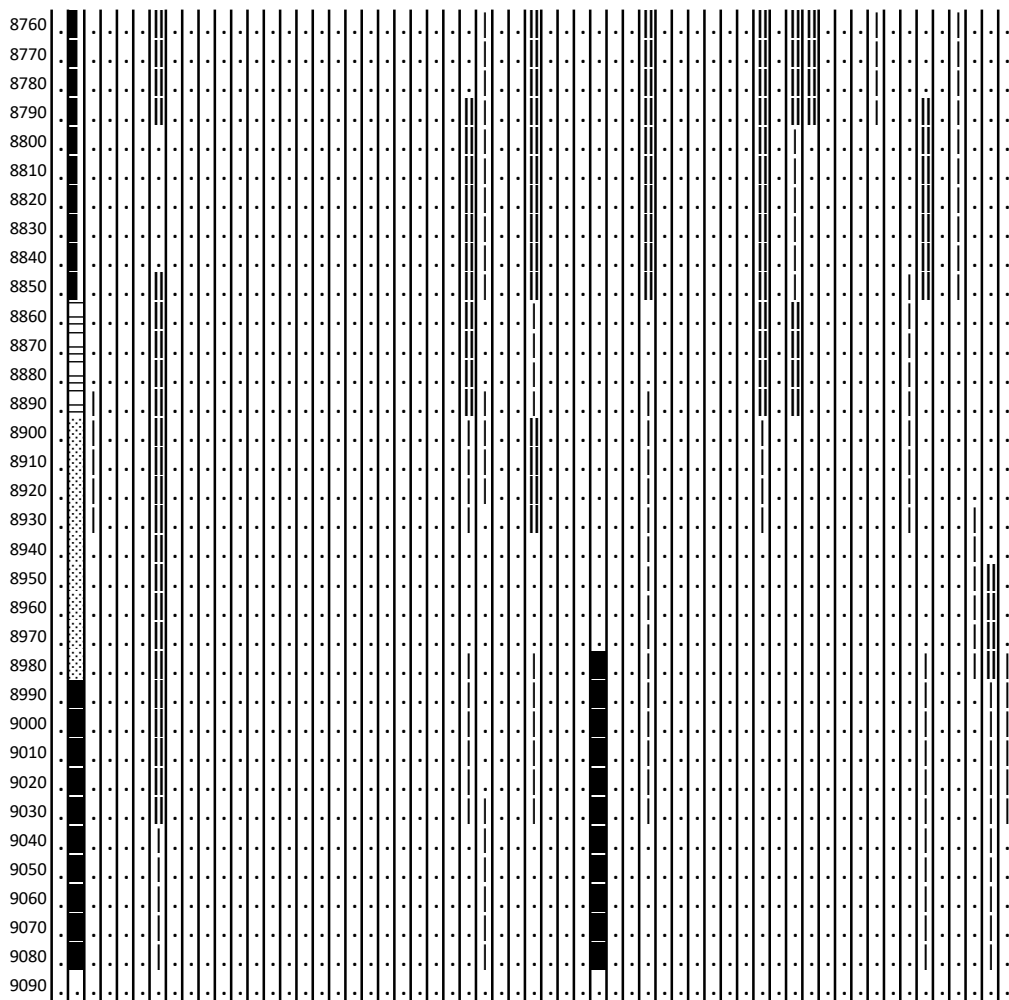








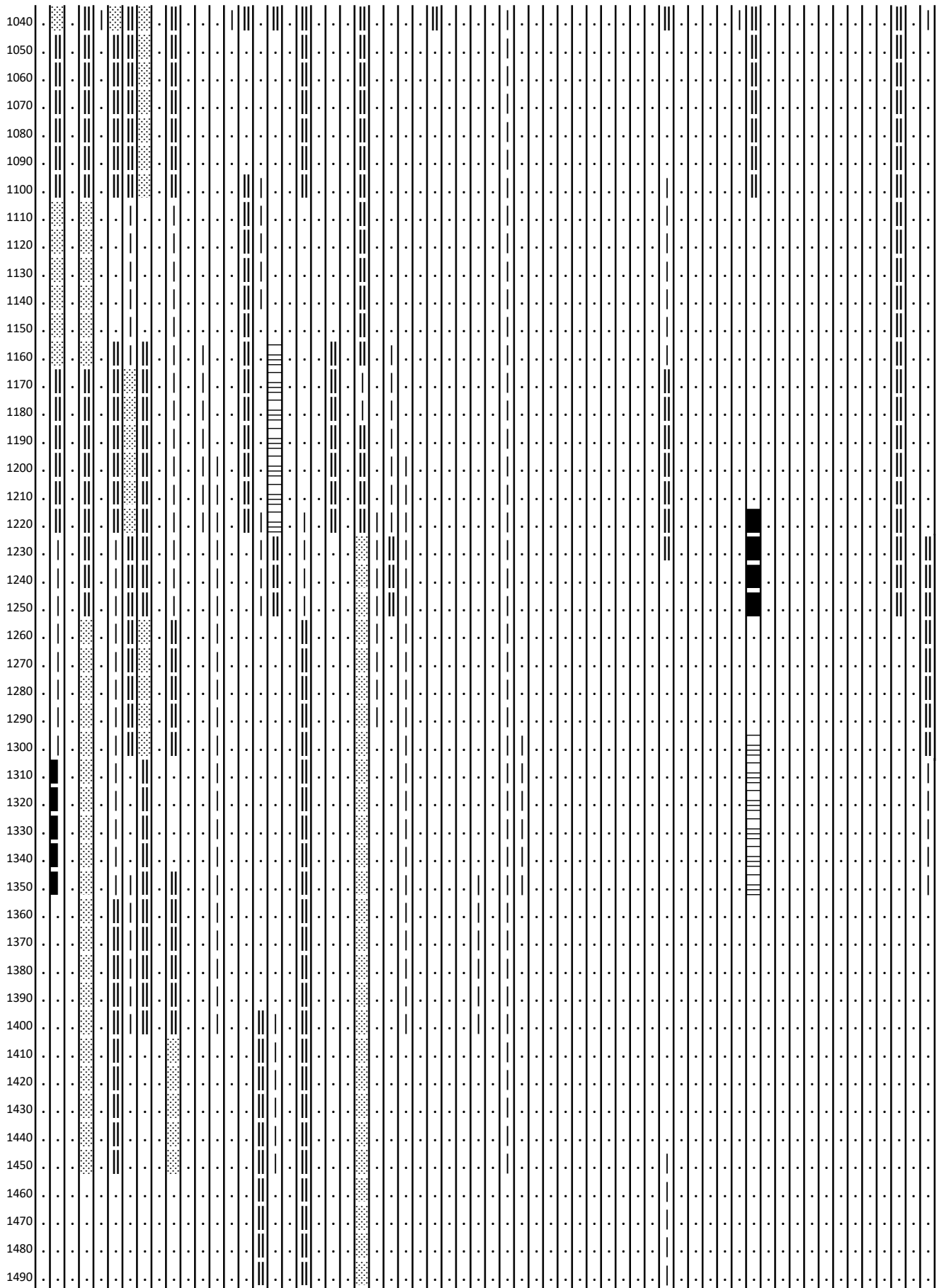




<b>Leyenda</b>	
Muy raro	
Raro	
Poco	· · · · ·
Común	▬▬▬
Abundante	▬
Inundado	■
Cuestionable	?

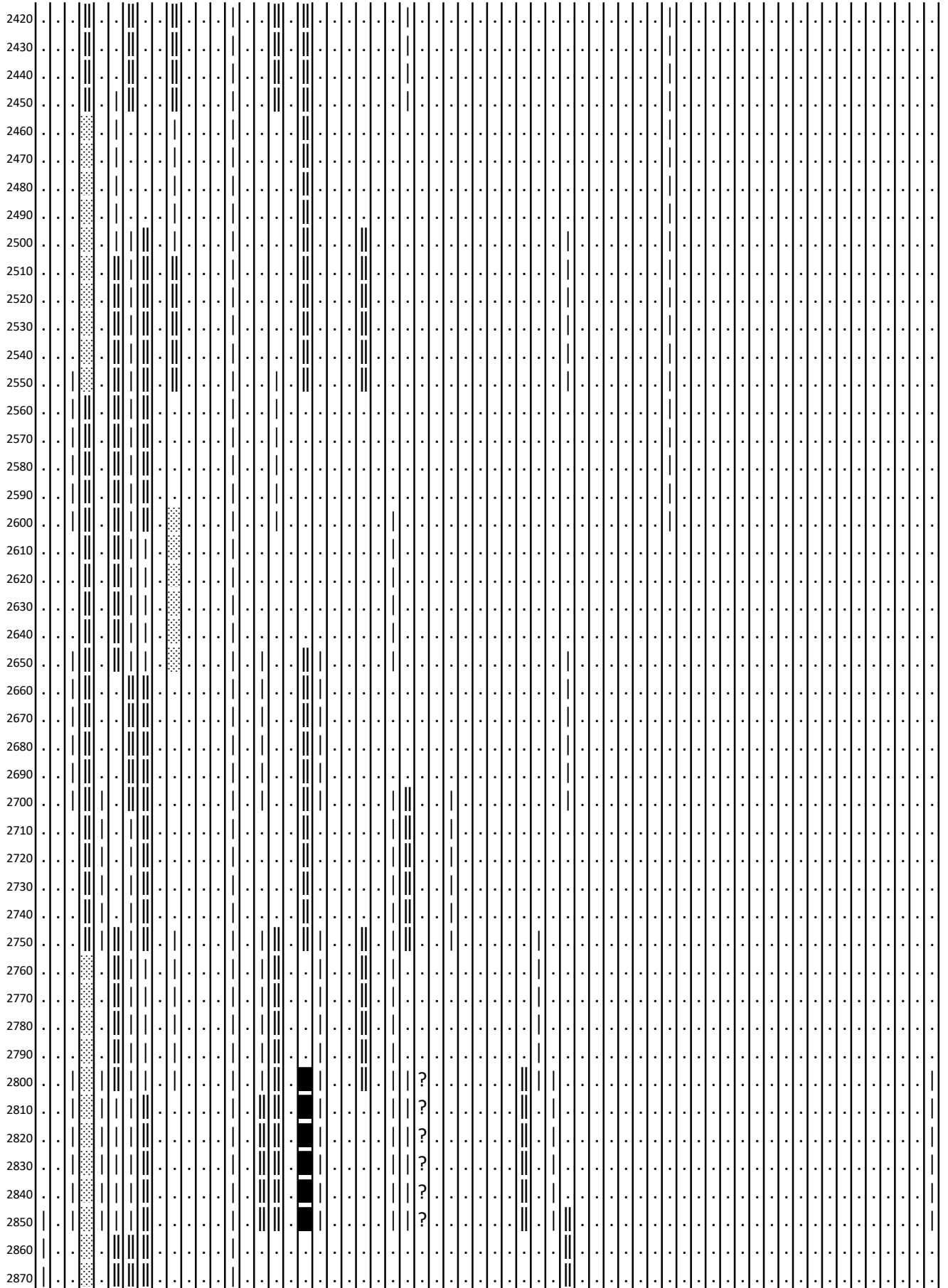




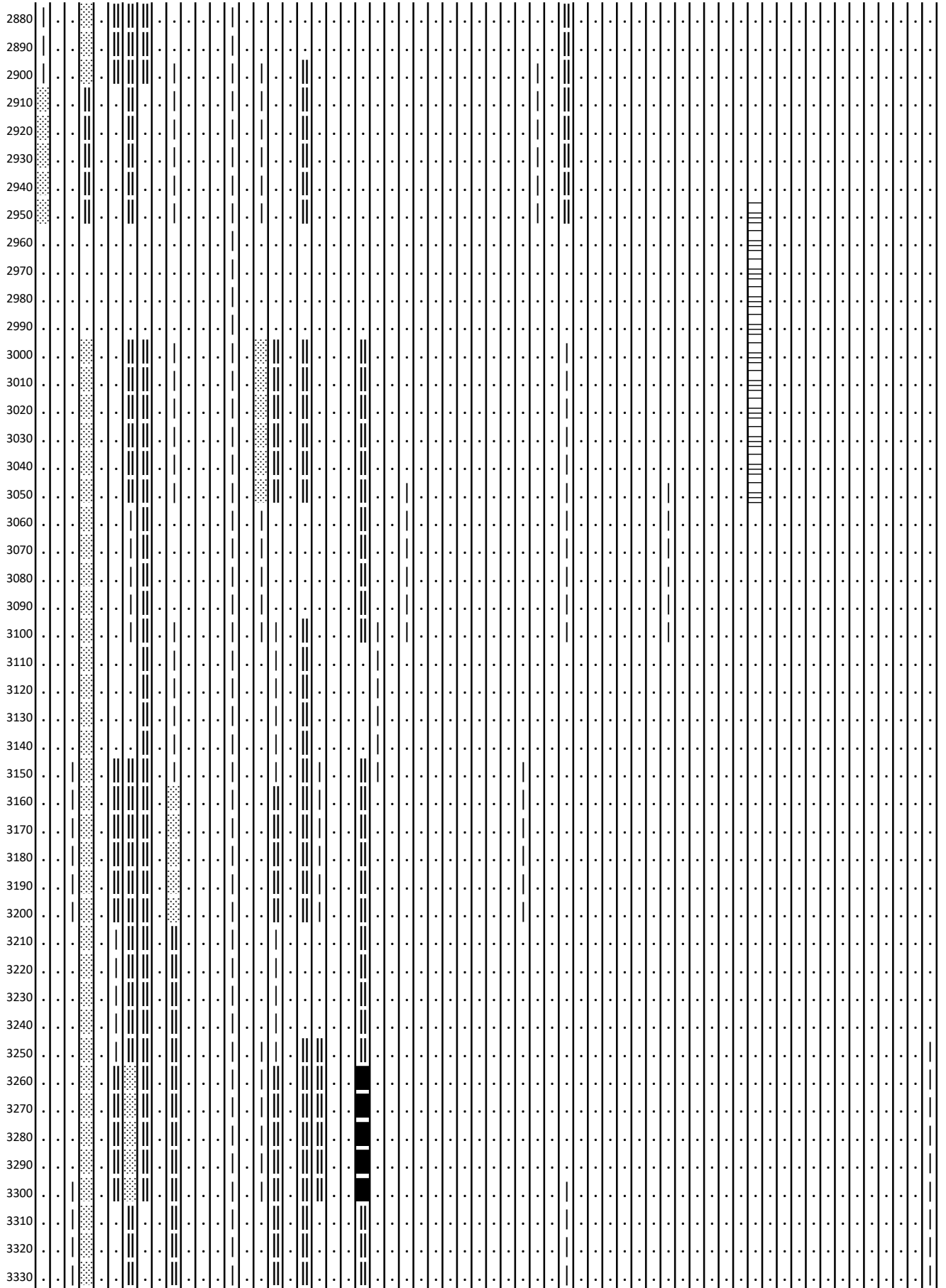




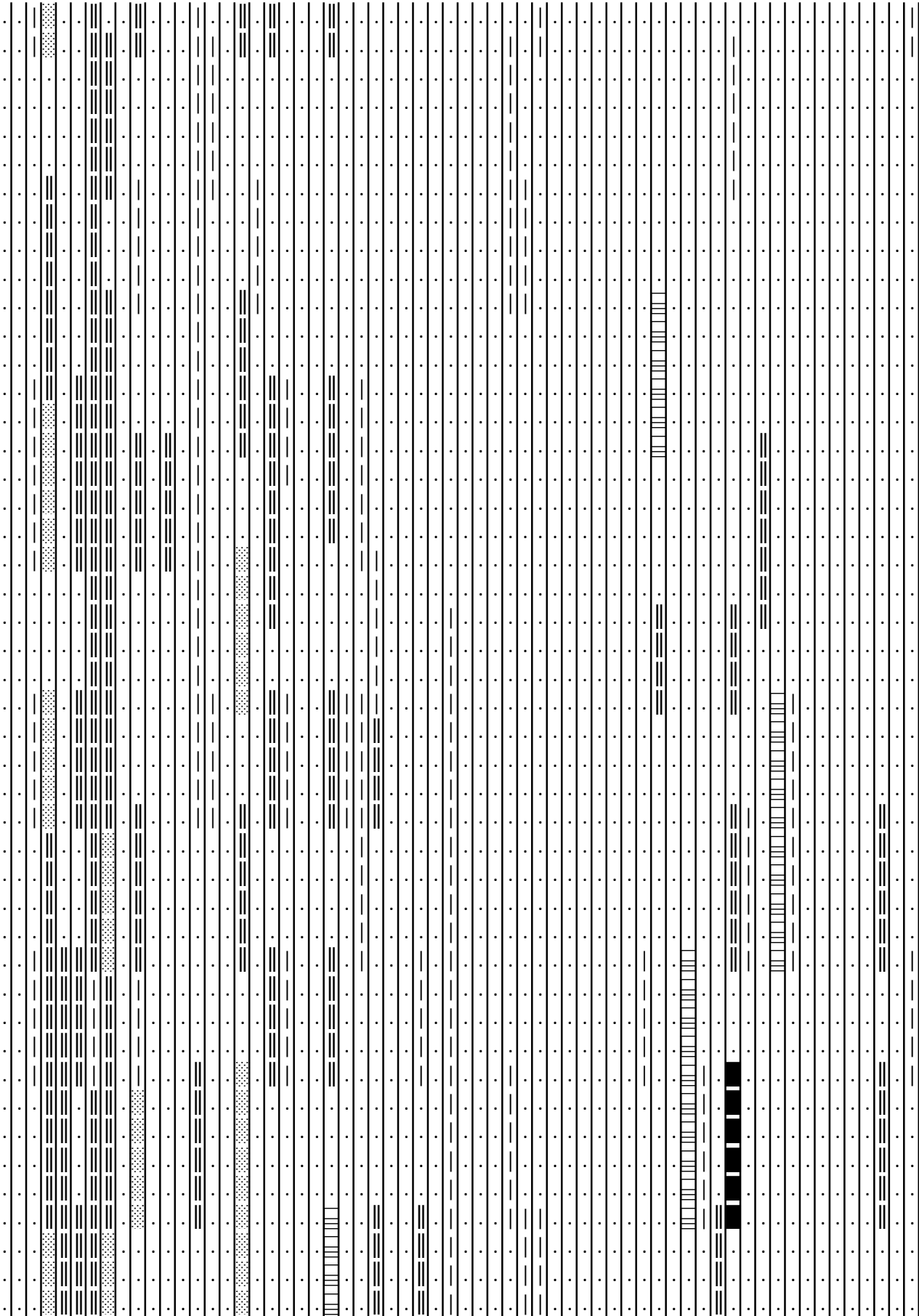


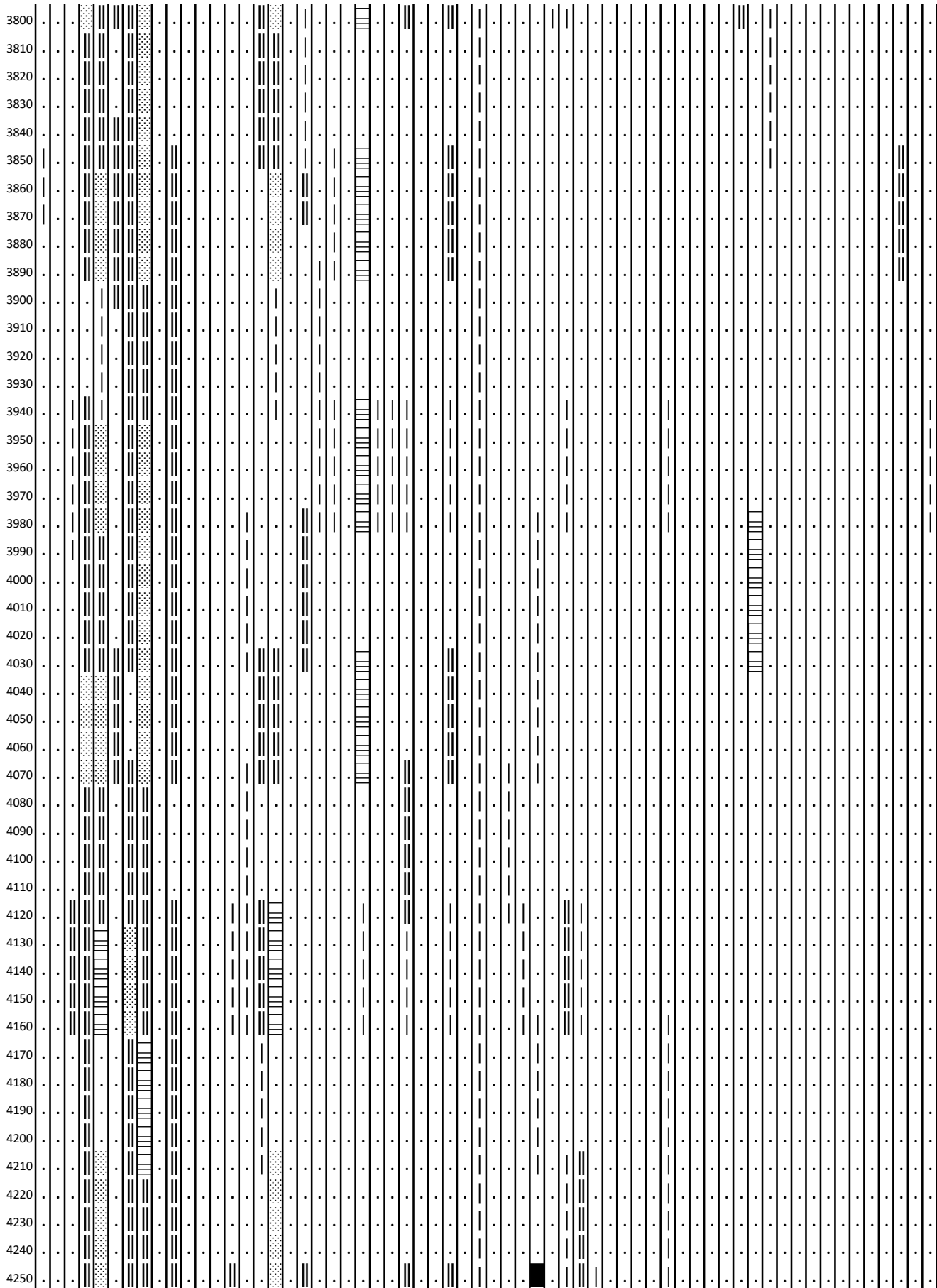




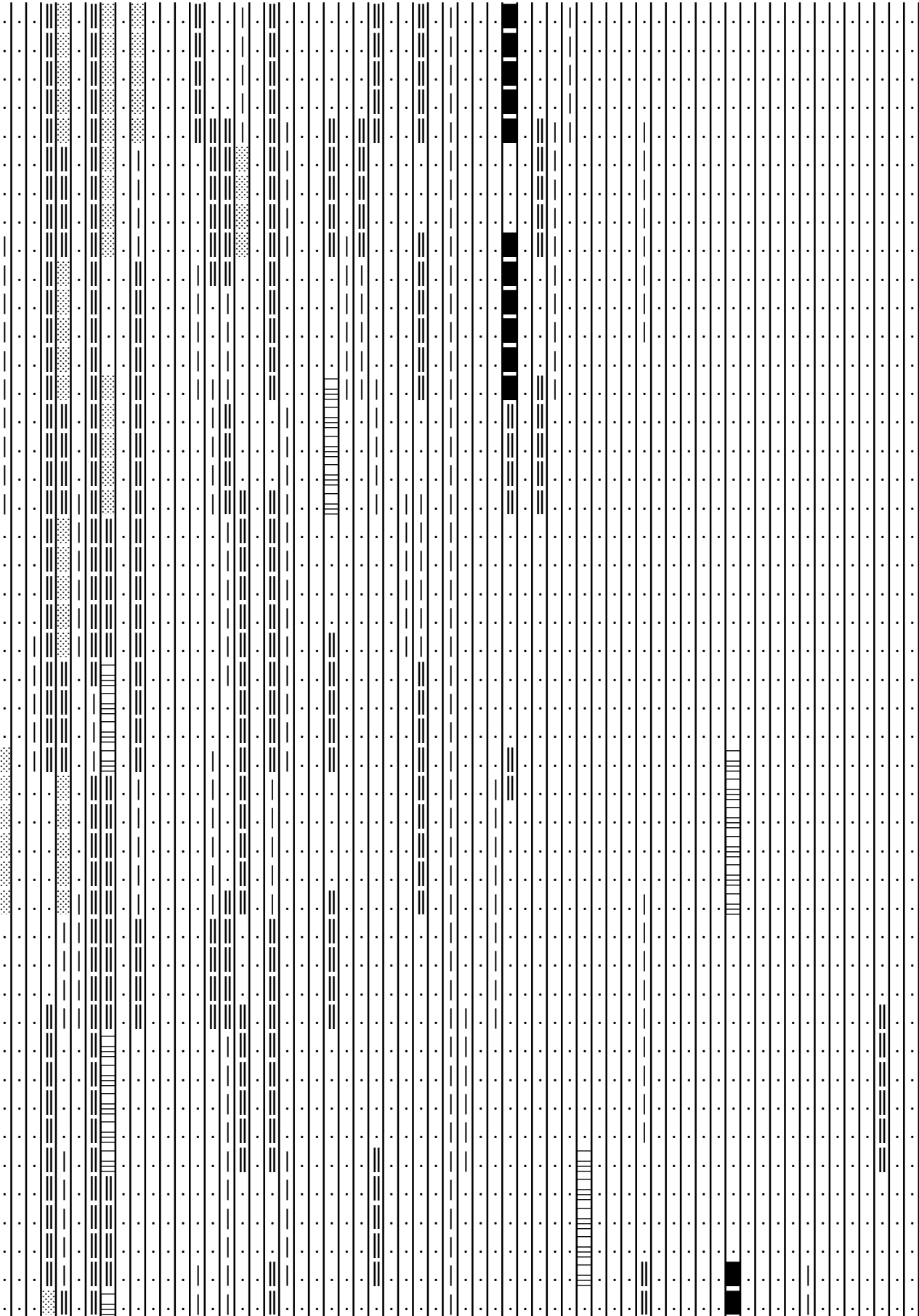


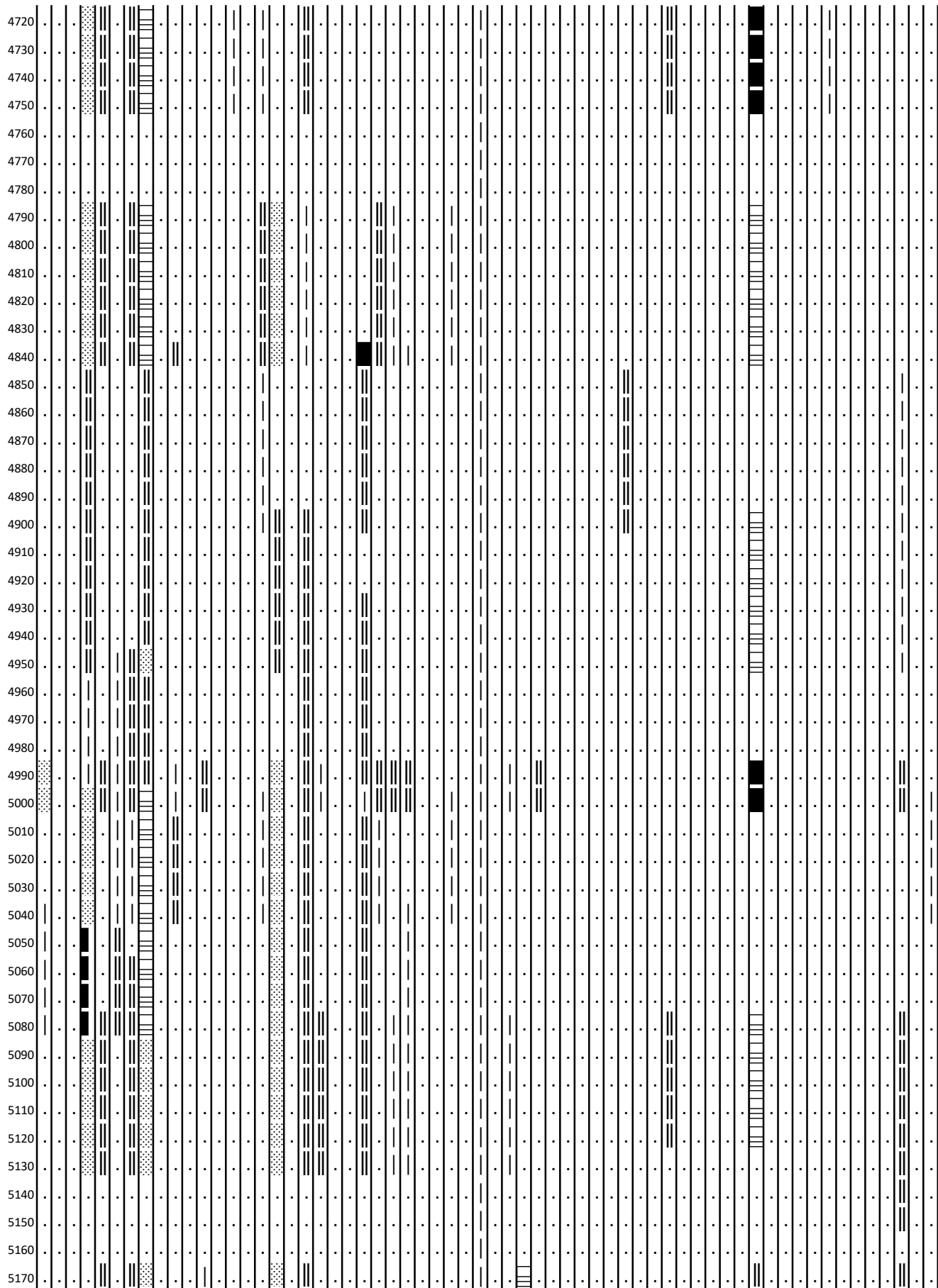
3340  
3350  
3360  
3370  
3380  
3390  
3400  
3410  
3420  
3430  
3440  
3450  
3460  
3470  
3480  
3490  
3500  
3510  
3520  
3530  
3540  
3550  
3560  
3570  
3580  
3590  
3600  
3610  
3620  
3630  
3640  
3650  
3660  
3670  
3680  
3690  
3700  
3710  
3720  
3730  
3740  
3750  
3760  
3770  
3780  
3790

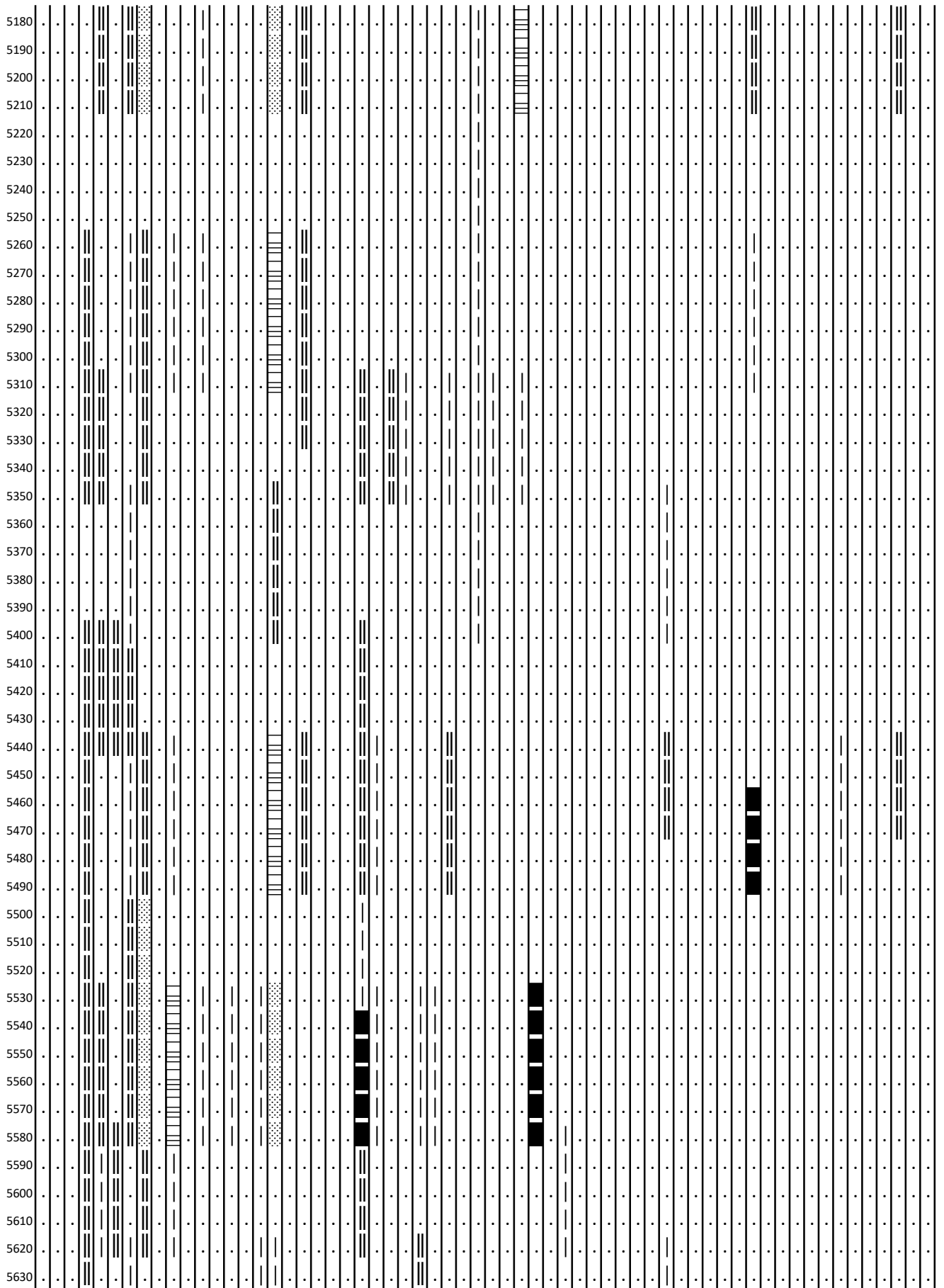




4260  
4270  
4280  
4290  
4300  
4310  
4320  
4330  
4340  
4350  
4360  
4370  
4380  
4390  
4400  
4410  
4420  
4430  
4440  
4450  
4460  
4470  
4480  
4490  
4500  
4510  
4520  
4530  
4540  
4550  
4560  
4570  
4580  
4590  
4600  
4610  
4620  
4630  
4640  
4650  
4660  
4670  
4680  
4690  
4700  
4710







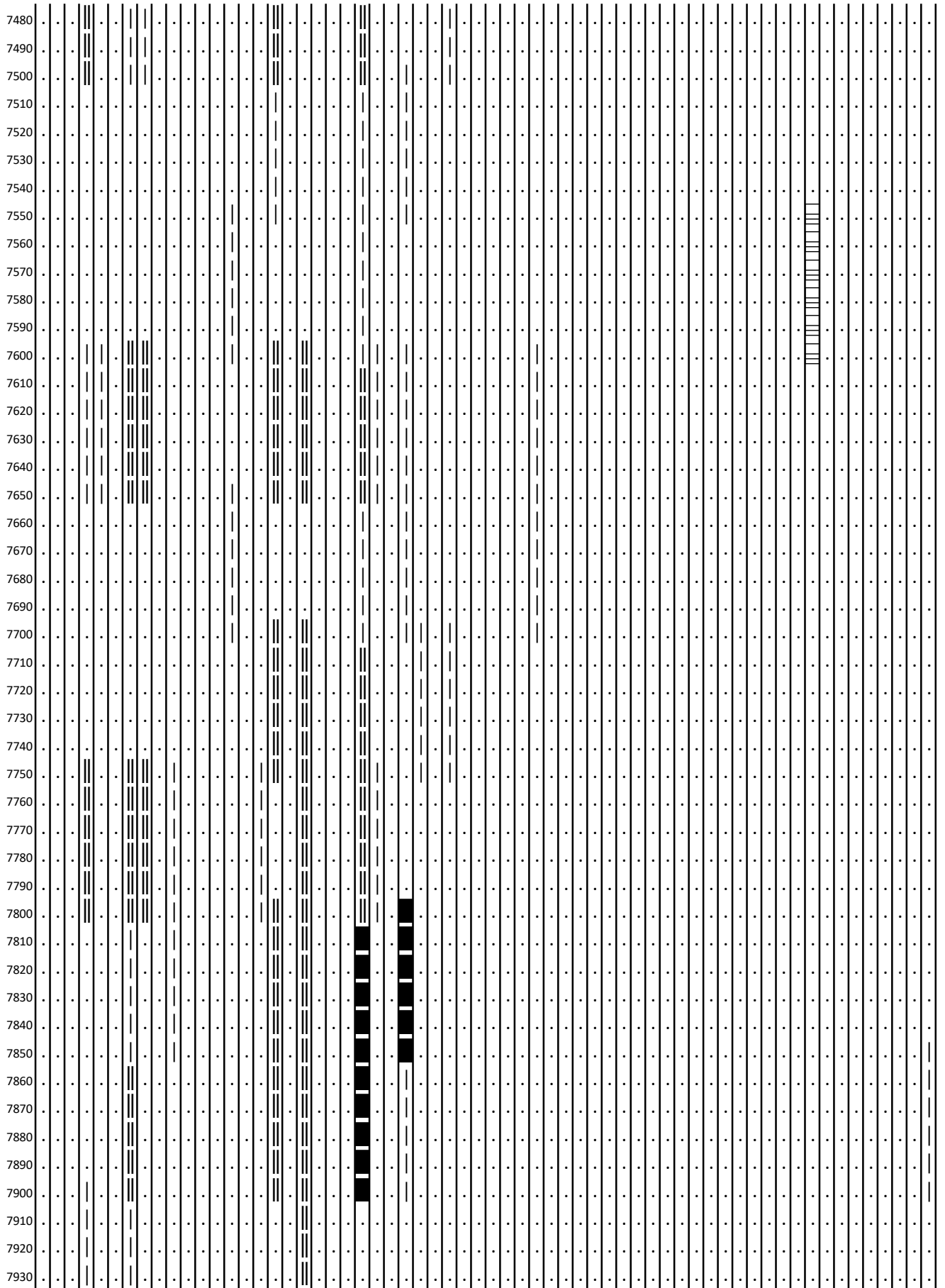




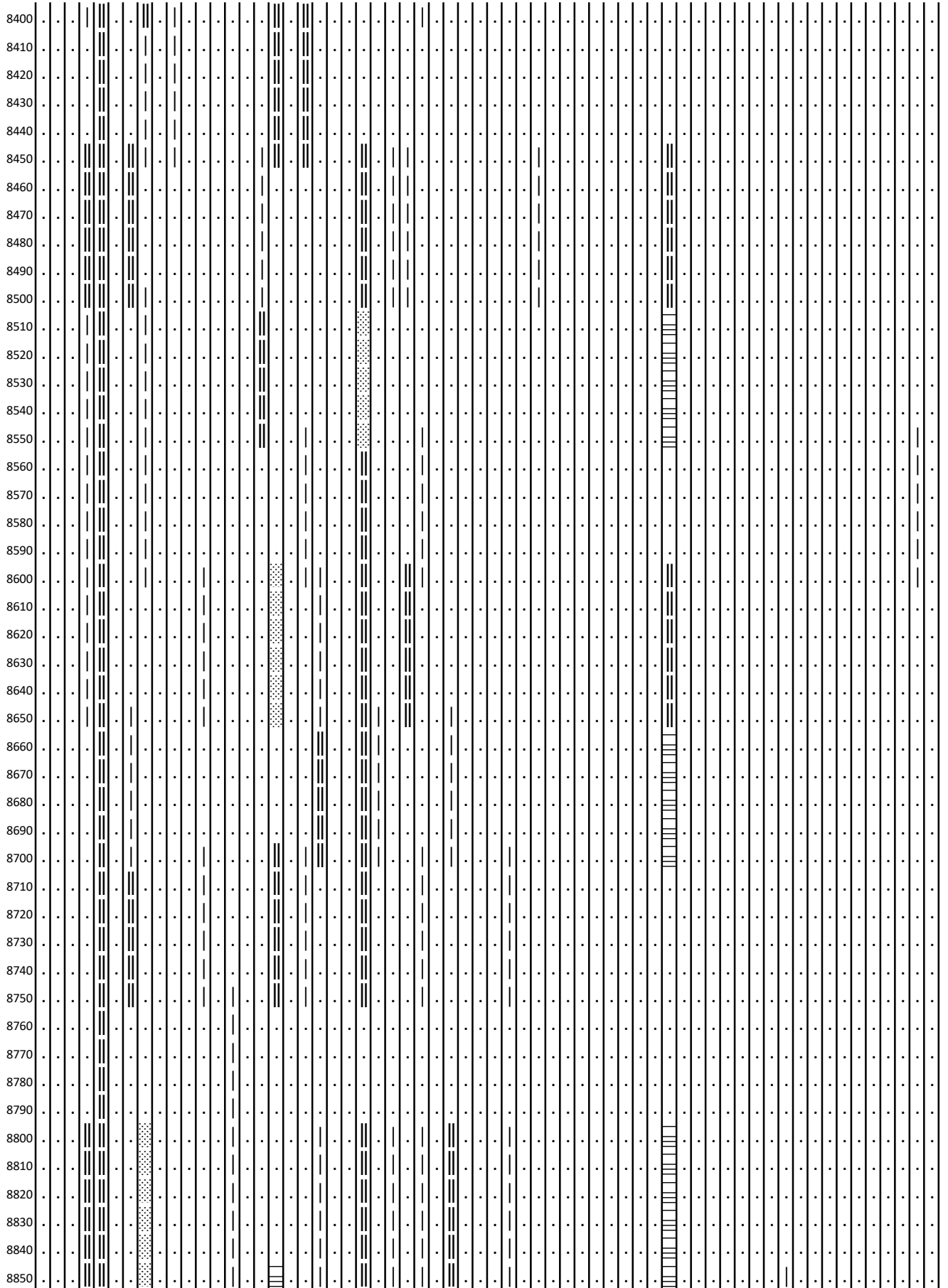


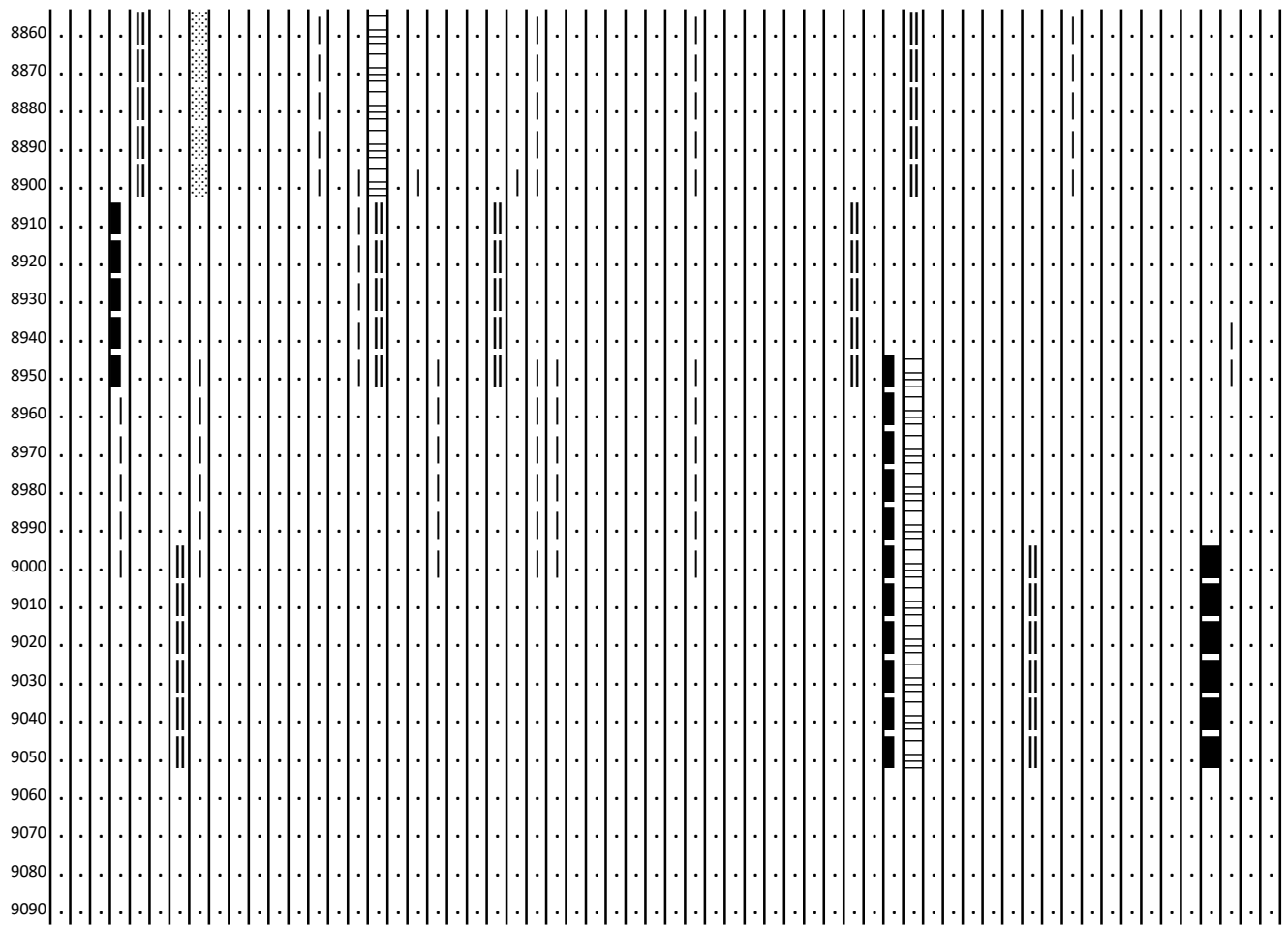












Leyenda	
Muy raro	
Raro	
Poco	▒
Común	▣
Abundante	■
Inundado	■
Cuestionable	?