



# Micro Zonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta



## GEOLOGÍA

Walter Castro Medina



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto de Investigaciones  
de la Amazonía Peruana - IIAP



PERÚ

Presidencia del  
Consejo de Ministros

Comisión Nacional para el Desarrollo  
y Vida Sin Drogas - DEVIDA

Copyright © 2012 – IIAP

Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA  
Av. José Abelardo Quiñones km 2,5  
Teléfonos: (+51) (65) 265515 / 265516 Fax: (+51) (65) 265527  
[www.iiap.org.pe](http://www.iiap.org.pe) / [poa@iiap.org.pe](mailto:poa@iiap.org.pe)  
Iquitos-Perú, 2012

El presente estudio fue financiado con fondos del Plan de Impacto Rápido de Lucha contra las Drogas – PIR, administrados por DEVIDA

**Cita sugerida:**

Castro, W. 2012. Geología, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos - Perú

Todos los derechos reservados. Queda prohibido reproducir, transmitir o almacenar en un sistema de recuperación cualquier parte de esta publicación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado o de otro tipo, sin autorización previa.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	3
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	4
<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>I. OBJETIVOS</b> .....	7
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	8
2.1 MATERIALES.....	8
2.2. MÉTODO .....	9
2.2.1. Fase de precampo.....	9
2.2.2. Fase de campo.....	14
2.2.3. Fase de post - campo .....	22
<b>III. RESULTADOS</b> .....	23
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA GEOLOGÍA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS - NAUTA .....	23
3.1.1. Descripción de las unidades geológicas .....	26
3.1.2. Geología histórica.....	58
3.1.3. Geología estructural .....	59
3.1.4. Geología económica.....	62
3.1.5. Recursos hidrogeológicos.....	85
<b>IV. CONCLUSIONES</b> .....	96
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	98
<b>ANEXOS</b> .....	100
6.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.....	100
6.1.1. Análisis paleontológico .....	100
6.1.2. Análisis petrográfico .....	114

## PRESENTACIÓN

El área de influencia de la carretera Iquitos Nauta viene atravesando una serie de problemas ocasionados por el uso indiscriminado de las tierras, ocasionando muchas veces conflictos, trayendo consigo pobreza, falta de oportunidades para realizar actividades económicas que permitan desarrollar a la poblaciones, problemas ambientales producidas por mala gestión y por proyectos ejecutados sin un diagnóstico previo. Los nuevos procesos de globalización requieren de un plan conjunto que tengan como objetivo plantear nuevas oportunidades con un aprovechamiento sustentable sin conflictos ambientales.

Este análisis geológico responde a las múltiples inquietudes de los diferentes actores y usuarios de los procesos de Zonificación Ecológica y Económica, que tienen la necesidad de conocer cómo interviene la ciencia geológica en la toma de datos y cómo ésta se involucra en el proceso con este nivel de detalle. Es cierto que no existe una metodología apropiada para trabajar en este nivel, pero este trabajo se ha basado fundamentalmente en el criterio de las experiencias realizadas en los procesos de ZEE realizados por el IIAP en diferentes ámbitos de la Amazonía peruana, así como por aportes de instituciones que trabajan en estos temas. Además ha sido apoyado por diferentes estudios realizados por instituciones vinculados con la ciencia geológica, como INGEMMET, MINAM, BIODAMAZ y otros científicos, cuyos escritos y publicaciones están acreditados.

Debido a su complejidad tectónica, estratigráfica, sedimentológica, morfológica y litológica el área de estudio, provee información muy útil orientada a apoyar los procesos de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), en esta ocasión a nivel Micro. Es decir en términos físicos el estudio geológico ha proporcionado información del área de estudio a través del conocimiento del material sedimentario que produce a través de los procesos erosivos los diferentes tipos de suelos sobre los que se sustentan todas las actividades que desarrollan las poblaciones asentadas; también, acerca de los tipos de canteras (arcillas y arenas), características hidrogeológicas y de los procesos geológicos relevantes en el área de estudio.

La información geológica obtenida aportará para el mejor uso de las tierras y sobretodo dar a conocer que actividades socioeconómicas pueden aprovechar los conocimientos geológicos que permitan desarrollar de manera sustentable a las comunidades.

## RESUMEN

El área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta está ubicada entre las cuencas de los ríos Amazonas y Marañón y las subcuencas de los ríos, Nanay e Itaya. Políticamente pertenece a la jurisdicción del departamento de Loreto, en las provincias de Maynas y Loreto, y comprende los distritos de Punchana, Belén, Iquitos, San Juan y Nauta.

El objetivo general es obtener el estudio final del componente GEOLOGÍA, que permitirá relacionar los resultados con los demás componentes temáticos, todos los cuales apoyarán el diagnóstico de la propuesta de Zonificación Ecológica y Económica a nivel micro.

La interpretación, análisis y descripción de la columna estratigráfica de superficie ha sido identificada desde el punto de vista petrológico, mineralógico, estratigráfico, paleontológico, sedimentológico y comportamiento geoestructural (eventos tectónicos). Como resultado de este proceso se ha identificado formaciones sedimentarias consolidadas, semiconsolidadas a inconsolidadas, cuyas edades datan desde el Neógeno (Mioceno) al Cuaternario reciente. Los ambientes de depositación por los que han pasado estos elementos sedimentarios han variado desde continentales de tipo fluvial, palustre y lacustre a marino transicional, con lagos marinos someros.

Para este trabajo fueron utilizadas imágenes de satélite de alta resolución del satélite RAPID EYE, las cuales fueron interpretadas a escala de Microzonificación (1:25000). El análisis posterior ha correspondido al trabajo de campo, donde se ha especificado paso a paso la metodología llevado a cabo, basándose en datos geológicos (sedimentológicos, litoestratigráficos, paleontológicos, cronoestratigráficos y geoestructurales). Asimismo, el estudio nos ha permitido identificar potenciales yacimientos mineralógicos, principalmente no metálicos, y dar a conocer los recursos de hidrocarburos identificados por lotes que han sido concesionados por el Estado Peruano, además de las características hidrogeológicas en sectores con problemas de escasez de este recurso.

Las unidades geológicas clasificadas e identificadas son trece: Formación Pebas, de edad Mioceno de origen marino-continental, cuyos materiales corresponden a sedimentos fosilíferos de arcillas, lignitos, turbas y esporádicamente areniscas lenticulares; Formación El Porvenir, compuesta por arcillita, lodolita y arenitas con ritmitas de edad Mioceno-Plioceno; Formación Nauta, del Plioceno - Pleistoceno, de ambiente continental lacustre y fluvial, identificadas con dos miembros (inferior y superior), la primera con predominancia de sedimentos arcillosos y la segunda con mayor porcentaje de sedimentos areniscosos, de edad Plioceno; Formación Iquitos (miembros inferior y superior), de ambiente continental fluvial, el miembro inferior presenta sedimentos de arenitas rojizas a marrones con alternancia de lodolitas y materia orgánica y carbón y el miembro superior compuesta principalmente con sedimentos de arenitas cuarzosas, ambos de edad Pleistoceno; también se encuentran distribuidas los Depósitos Palustres antiguos y recientes, Depósitos fluviales canalizados antiguos y recientes, Depósitos Aluviales antiguos; Depósitos Fluviolacustres y Depósitos fluviales recientes; estos últimos depósitos sedimentarios se desarrollan principalmente en las cuencas de los ríos Amazonas, Marañón, Nanay e Itaya.

Tectónicamente, el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta es controlado por el Arco de Iquitos, el cual constituye un importante elemento tectónico positivo. Este relevante evento levantó una gran masa de materiales litológicos que luego fueron erosionados y transportados por los

sistemas fluviales que han actuado desde inicios de la era Terciaria, depositándose en la gran Penillanura Amazónica. Es cierto que las capas terciarias expuestas en la Amazonía baja no han sufrido importantes cambios por procesos tectónicos, pues sólo se observan plegamientos leves, fracturas y algunas fallas regionales muy poco notorias.

La diversidad geológica identificada en el presente estudio determina un importante atractivo paisajístico dominante, propio de la Amazonía Peruana dentro del contexto global, pues constituye uno de los sectores donde se manifiestan importantes ecosistemas únicos en el planeta, generados como resultado de la influencia de la neotectónica y los procesos geomorfológicos, que produjeron un modelamiento en los afloramientos sedimentarios de edades Terciaria y Cuaternaria. Estos atributos del ambiente amazónico ameritan una mayor profundización en el conocimiento del comportamiento geológico para investigar y desarrollar la biodiversidad, los cuales en su conjunto generan los diversos sistemas ecológicos que se encuentran dentro del ámbito de estudio.

También se ha representado la historia geológica terrestre y su evolución, manifestada a través de las diferentes eras geológicas, evolución que en la actualidad continúa incesante. El cartografiado geológico del área de influencia de la Carretera Iquitos - Nauta nos ha proporcionado información real de toda la complejidad geológica ocurrida.

El área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, según los datos obtenidos, presenta abundante información sobre tipos de relieve, diversidad de materiales parentales, flora y fauna fosilizada, mineralizaciones, y geodinámica externa e interna. Con estos datos analizados se ha logrado elaborar el mapa geológico, donde se ha identificado trece (13) unidades geológicas, todas ellas de origen sedimentario. Además se ha identificado potenciales minerales no metálicos expuestos en el eje de la carretera Iquitos - Nauta, principalmente arenas y arcillas que provienen principalmente de las formaciones geológicas Nauta e Iquitos, las cuales se presentan en bancos y mantos superficiales que son explotados generalmente por pequeñas empresas informales. A esto se suma la presencia de tres concesiones petroleras (lotes 122, 124 y 128) que actualmente se encuentran en estado de exploración.

# I. OBJETIVOS

## 1.1. Objetivo general

Identificar, analizar y clasificar las unidades geológicas (génesis, tectónica, paleontología, petrografía y sedimentología), vinculadas a sus características hidrogeológicas y potenciales mineros metálicos y no metálicos; todos como insumo para la propuesta de Zonificación Ecológica y Económica a escala 1:25 000.

## 1.2. Objetivos específicos

- Identificar las unidades geológicas a escala 1: 25000 utilizando criterios estratigráficos, sedimentológicos y litológicos con la finalidad de elaborar el mapa geológico.
- Analizar las características sedimentológicas y litológicas principales de las unidades geológicas.
- Analizar y detallar la toma de datos para interpretar la microtectónica.
- Establecer una relación que permita obtener información de la estabilidad y características hidrogeológicas a través de los datos microtectónicos y sedimentológicos.
- Elaborar un análisis apropiado para la identificación de los probables yacimientos mineros metálicos y no metálicos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales

Constituyen elementos de apoyo para realizar los análisis de gabinete y toma de datos de campo para el realizar el cartografiado geológico confiable. Corresponden a dos grupos: gabinete y campo y esta la representamos en la tabla 1.

**Tabla N° 01**  
**Lista de materiales para el desarrollo del estudio geológico**

Material cartográfico y satelital	Equipos	
	Cómputo y programas	Toma de datos
Cartas Nacionales a escala 1:100000 y 1:25000 elaboradas por IGN (1984 y DMA (1980)	Computadora con capacidad de almacenar abundante información (disco de 500 GB) y memoria RAM de 4 GB	Brújula Brunton
Imágenes de satélite del área de estudio, con poca cobertura de nubes y buena resolución espacial y espectral (LANDSAT TM5, SPOT).	Software de sistemas de información Geográfica (ARC VIEW, ARC GIS)	Martillo de geólogo (Picsa)
Mapas geológicos de INGEMMET	USB	Lupas de alta resolución (20X)
Mapas geológicos y geomorfológicos de ONERN	CDs	GPS (Sistema de Posicionamiento Global) GARMIN IV
Imágenes de RADAR a escala	Software de Teledetección para tratamiento de imágenes de Satélite (ERDAS, PCI, otros)	Cinta métrica (50 m)
	Impresora en B/N y a Color	Daga de 20 cm
	PLOTTER para impresiones de mapas	Cámara fotográfica SONY de 12 Megapixel
		Altímetro
		Brújula con clinómetro integrado
		Protacto (regla para calcular el buzamiento de los estratos)
		Plumones indelebles de diversos colores (para marcar rocas)
		Bolsas de 2kg para muestras de sedimentos

## 2.2. Métodos

El método empleado en este estudio fue principalmente deductivo y experimental, la primera relacionado a la extrapolación de unidades mediante datos secundarios y la interpretación visual de las imágenes de satélite; y la segunda mediante el análisis paleontológico y petrográfico que permitió determinar la edad de la unidad geológica, así como el tipo de material de acuerdo a su clasificación mineralógica. A través de las múltiples experiencias obtenidas en las investigaciones geológicas realizadas para los procesos de ZEE, se ha llegado a establecer una metodología centrada a correlacionar y apoyar en forma multidisciplinaria el diagnóstico de la propuesta ZEE. La complejidad de la geología es amplia; en ese sentido se ha decidido tomar ciertos parámetros; datos como litología, sedimentología, paleontología, geología estructural (tectónica) y geología económica, entre los más importantes; otras informaciones básicas han sido tomadas en cuenta del ente rector de la Geología en el Perú (INGEMMET, 1998), cuya información basada en estudios completos de la ciencia nos ha permitido apoyar esta metodología; a esto se suma la interpretación visual del material satelital, lo que permitió esbozar un mapa geológico de manera preliminar. Otro acápite, quizás el más importante, ha sido el levantamiento de información de campo, donde se ha establecido una metodología adecuada para el nivel del estudio; en éste se desarrolla detenidamente el proceso metodológico. El análisis geológico ha sido complementado con los resultados de laboratorio de las muestras petrográficas y paleontológicas llamadas problemas que permitió corroborar, crear y modificar las unidades geológicas, generando mayor confiabilidad a los resultados. La secuencia del trabajo fue desarrollada en tres fases, los cuales se describen a continuación:

### 2.2.1. FASE DE PRECAMPO

#### a. Revisión bibliográfica

Fueron revisadas las Cartas Geológicas de INGEMMET (1999), tales como los cuadrángulos geológicos de Puerto Arturo (4-p), Flor de Agosto (5-p), San Antonio del Estrecho (5-q), Nuevo Perú (5-r), San Felipe (6-p), Río Algodón (6-q), Quebrada Airambo (6-r), Mazán (7-p), Francisco de Orellana (7-q), Huanta (7-r), Iquitos (8-p), Río Manití (8-q), Yanashi (8-r), Tamshiyacu (9-p), Río Tamshiyacu (9-q), Buen-jardín (9-r), Ramón Castilla (10-p), Río Yavarí Mirín (10-q) y Buenavista (10-r). También el informe y mapa litoestratigráfico de la “Sinopsis Explicativa de la Geología de la Amazonía Peruana”, realizado por INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ (2007), a escala 1:1'000,000. Además entre las literaturas de tipo científico resaltan:

- ✓ **Dumont. J. F. 1992, Rasgos morfoestructurales de la llanura amazónica del Perú; Efectos de la geotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas, ORSTOM Instituto frances de estudios andinos.** Presenta las regiones de la Amazonía peruana en relación con la tectónica reciente andina y con la respuesta del drenaje fluvial. Las principales provincias morfoestructurales son: la zona Sub-andina y el cratón brasileño. Los ríos que atraviesan estas zonas tienen una fuerte dinámica fluvial y tienen aguas blancas provenientes de los Andes. Las áreas interfluviales son drenadas por ríos de aguas negras (ácidos orgánicos).

- ✓ **Carina Hoorn, 1991. Nota Geológica; La Formación Pebas (“Terciario Inferior Amazónico”): Depósitos fluvio-Lacustres del Mioceno Medio a Superior Colombia Amazónica, Vol.5 n° 2.** Contiene datos estratigráficos y palinológicos de la Formación Pebas del Mioceno Medio a superior. Menciona, que, en el sector existió una amplia zona de lagos y pantanos, la cual fue afectada por influencia de aguas salobres provenientes del caribe, con lo que se corrobora los modelos de katzer en los que reconoce los efectos de los eventos tectónicos regionales del Neógeno como causantes de cambios ambientales en la Amazonía.
- ✓ **K. Mertes, Dunne, Martinelli, 1996. Channel- Floodplain geomorphology along the Solomóes- Amazon River, Brazil. GSA Bulletin.** Este artículo da información sobre la distribución de los sedimentos fluviales del Amazonas y enfoca su dependencia a un determinado patrón geomorfológico; así como la estabilidad de las mismos, cambios climáticos, tectónica y los efectos de sus tributarios

#### **b. Revisión cartográfica, material satelital y elaboración del mapa base**

Fue a partir de la información elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1984) y por Defense Mapping Agency de USA (1985), a escala 1: 100 000. Sobre esta base fue procesada un mapa base preliminar de ríos, quebradas, centros poblados, lagunas, y otros aspectos. Una vez realizada el mapa base, se procedió a la elaboración preliminar del mapa de Geología mediante la interpretación y el análisis de las imágenes de satélite y los datos cartográficos existentes, permitiendo clasificar las unidades geológicas de acuerdo a la textura, trama, refractancia y tonalidades de grises de las imágenes Rapideye multiespectral con resolución espacial de 5 m del 2010, cuyas características se muestran en la tabla 2. Este análisis fue realizado con un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG), el cual permitió mediante un procesamiento analógico y base de datos, elaborar la cartografía geológica.

**Tabla N° 02**  
**Características de imágenes RPYDEYE utilizadas para la interpretación geológica a nivel**  
**micro (escala 1:25 000).**

TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA IMAGEN RAPIDEYE		
NIVEL		CARACTERÍSTICAS
1.0	Bandas espectrales	05 (cinco) bandas espectrales b1: 440 – 510 nm (rojo) b2: 520 – 590 nm (verde) b3: 630 – 685 nm (roja) b4: 690 – 730 nm (red edge) b5: 760 – 850 nm (infrarrojo cercano)
2.0	Resolución espacial	5 m
3.0	Satélites	5 satélites alemanes (única empresa que tiene 5 satélites de la misma resolución y serie en órbita)
4.0	Resolución radiométrica real	12 bits o mejor
5.0	Resolución temporal revisita	es posible programación diaria para monitoreo o emergencia
6.0	Tamaño del tiled	25 x 25 km <sup>2</sup>
7.0	Ancho del barrido	77 x 1200 km
8.0	Nivel del producto	ortoimagen
9.0	Formato	geotif
10.0	Datum	utm wgs 84
11.0	Año de las imágenes	catalogo: 2010/08/23
12.0	%De nubes	menor a 20%
13.0	Escala cartográfica	Con puntos de control (gcps) colectados en campo se llegar hasta 1:25 000. en el modo normal sin gcps adicionales, llega a escala 50 000. se ajustará a una base cartográfica válida para el cliente

**c. Interpretación de las imágenes satelitales para elaborar el mapa geológico preliminar, a escala 1:25000**

La escala 1/25000 ha condicionado el uso de imágenes de satélites con alta resolución espacial, p.ejm. 5 m. El tipo de imagen que, cumple con estos requisitos es RAPIDEYE, la que ha reemplazado a las fotografías aéreas. El análisis de esta imagen ha permitido representar muchas características geológicas relevantes siguiendo patrones, como orientación del drenaje, morfografía, densidad de drenaje, lineamientos estructurales, textura, rugosidad, y grado de alteración de las geoformas, tonalidad e hidromorfismo, y otras, las cuales apoyan la interpretación y descripción. **La Figura 1** muestra la interpretación preliminar geológica de la imagen de alta resolución para localizar los puntos de muestreos.

**d. Determinación de los sectores muestreo en base a información secundaria de estudios previos**

La selección de los puntos de muestreo fue a partir del cartografiado geológico preliminar del área de estudio a escala meso (1:100000). Asimismo, se tomó en cuenta algunos puntos de muestreos utilizados por el Proyecto BIODAMAZ con la finalidad de correlacionar, uniformizar, compatibilizar las unidades geológicas.

Los 15 sitios de muestreo establecidos en el trabajo de gabinete (Figura 1) son descritas como sigue:

**Sector 1:** Iquitos, Belén, San Juan, Punchana, Bellavista Nanay, San José, Manzanillo, 8 de Diciembre y San Miguel.

**Sector 2:** Rumococha, Santa Clara, Santo Tomás y Quistococha.

**Sector 3:** Canta Gallo, Puerto Alegría I Zona, Santa Eloísa.

**Sector 4:** Llanchama, Cruz del Sur, Peña Negra, Varillal, Moralillo y San José.

**Sector 5:** Centro América, 08 de Mayo y Limón.

**Sector 6:** El Dorado, Belén de Juda, 6 de Junio, 24 de Junio, Paraíso y Creación 2000.

**Sector 7:** El Paujíl, El Paujil II zona, Yarana, Yuto y 24 de Octubre.

**Sector 08:** Varadero, Bota de Oro, San José de Omaguas, Santa Primavera, Santa Catalina, Porvenir, Nueva Esperanza y Paucarpata.

**Sector 9:** Nuevo Miraflores, Nueva Vida, Nuevo San Martín y Los Cedros.

**Sector 10:** Nuevo Triunfo, El Triunfo, Huambé y Habana.

**Sector 11:** Villa Belén, Luz del Oriente, 12 de Octubre y Huáscar.

**Sector 12:** Cahuide, 12 de Abril y Nuevo San Juan.

**Sector 13:** Afluente del río Itaya, Km 85-90.

**Sector 14:** Payorote, Miguel Grau, Hipólito Unanue, San Rafael de Tapiri, Tierra Prometida, Villa Puerto Cruz, Nuevo Mundo, San Juan de Puritania y San Joaquin de Omaguas.

**Sector 15:** Boca Quebrada Sapira, Santa Rita de Florida, San José de Sarapango, San Antonio, Túpac Amaru II, **Nauta** y Santa Cruz.

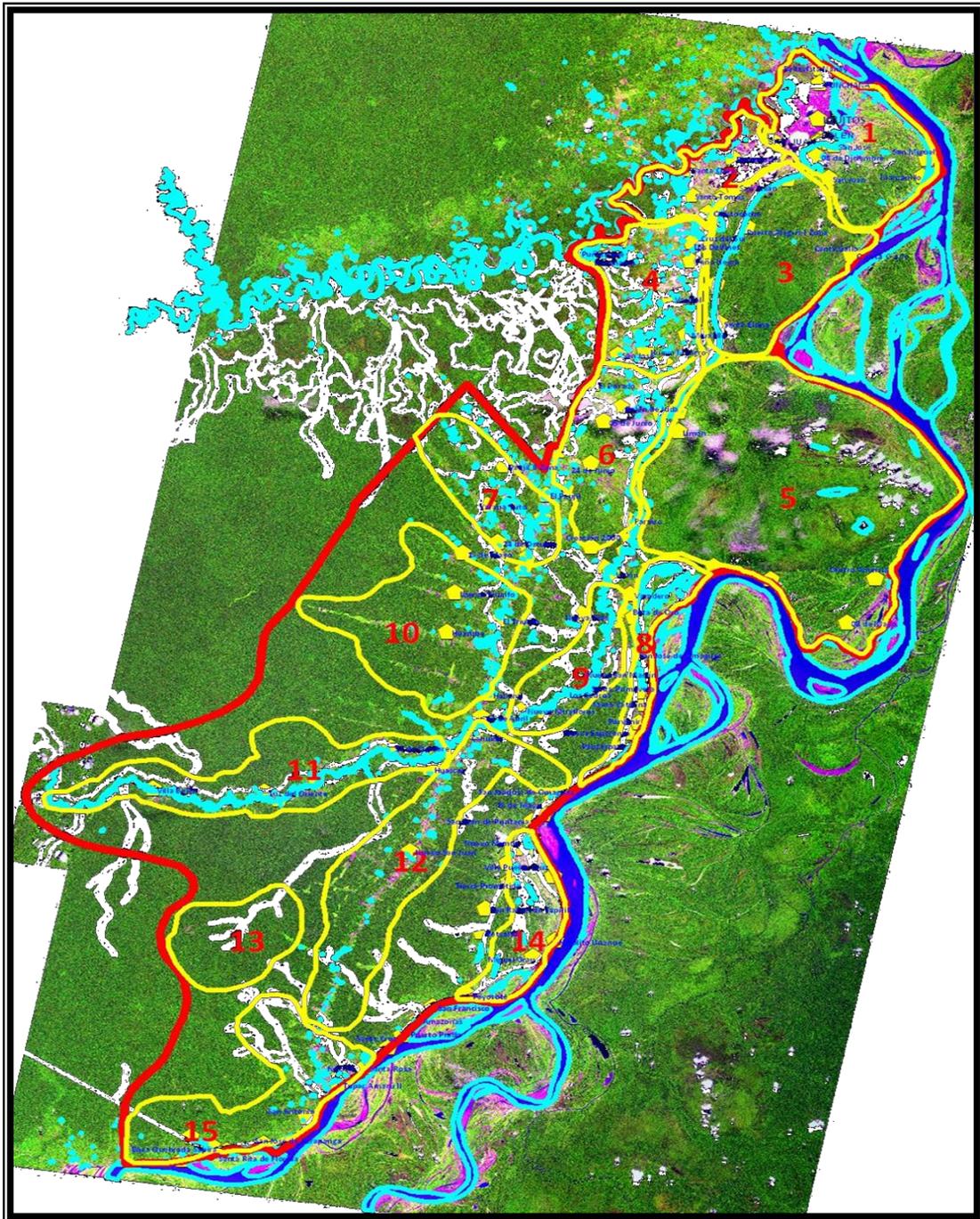


Figura N° 01: Sectores de muestreo en el área de influencia de la carretera Iquitos Nauta.

## 2.2.2. FASE DE CAMPO

### Procedimiento

El procedimiento para la toma de información o levantamiento de campo se ha adecuado a un análisis interactivo de interpretación cartográfica; para ello se ha seguido los siguientes pasos:

- 1. Búsqueda de afloramientos.** Uno de los patrones fue considerar las vías carrozables, que ha proporcionado afloramientos sedimentarios muy conspicuos. Otra fuente de información primaria son los encontrados en los cauces y paredes laterales de los ríos o torrentes. En las zonas colinosas con mucha vegetación, las trochas forestales algunas veces también han permitido tener acceso a los afloramientos,, muchos de los cuales han estado abandonados, dificultando el acceso a los puntos de muestreo; disminuyendo la posibilidad de encontrar nuevos afloramientos.
- 2. Itinerarios.** Este ítem se ha realizado siguiendo la delimitación preliminar del mapa geológico, apoyado con el mapa base cartográfica elaborado preliminarmente, el cual ha permitido determinar 15 itinerarios.
- 3. Obtención de datos geológicos de campo.** Cada itinerario ha constado de una serie de estaciones situadas en el mapa base cartográfico. Con base en ello se ha generado información diversa, tal como: buzamiento, tipo de roca, fósiles, características petrológicas, edad, etc.
- 4. Elaboración del mapa geológico.** Con los datos aportados por los itinerarios se ha realizado el análisis para empezar a elaborar el mapa geológico, vinculando tonalidades de las rocas, edades (relativas o absolutas, si se sabe), tipos de contactos, etc., y el análisis de las imágenes de satélite a través de sus texturas, densidad de drenaje, lineamientos, tonalidad de grises, etc.
- 5. Elaboración de cortes geológicos.** Con todos los datos disponibles y a partir del mapa geológico preliminar se ha realizado cortes o perfiles geológicos interpretativos que han permitido realizar un análisis y delimitación confiable de las unidades geológicas.
- 6. Interpretación inicial.** A partir de los cortes se ha realizado una interpretación estructural y de la historia geológica (continuación del ítem 5).
- 7. Problemas.** Esta interpretación ha presentado numerosas incógnitas y contradicciones geológicas y espaciales. Para ello, la misión ha sido llenar estos vacíos con la experiencia acumulada y la extrapolación de acuerdo a la similitud de características y patrones geológicos, por lo cual nos hemos permitido establecer la clasificación geológica, apoyados con datos referenciales o secundarios como datos geofísicos, líneas sísmicas, etc. Todo este análisis ha permitido resolver muchos de los problemas planteados en el transcurso de la elaboración del cartografiado geológico.
- 8. Nuevos datos.** Con los nuevos itinerarios y/o los datos colectados, se han realizado correcciones en el mapa geológico, se ha conseguido nuevos cortes y, por consiguiente, nuevas interpretaciones que confirmaron o modificaron las ya existentes.

Comprendió 45 días de trabajo en el área de estudio, que permitió identificar y describir el material litológico de las unidades sedimentarias de origen marino transicional y continental aflorantes. Entre los materiales litológicos se han encontrado diferentes grados de compactación y consolidación. El análisis mineralógico de las muestras extraídas en campo fue inicialmente macroscópica, y permitió determinar diversos componentes de las unidades geológicas. También fue realizado el levantamiento de información de los afloramientos, mediante columnas estratigráficas, donde se graficó estructuras sedimentarias secundarias, como huellas sedimentarias, estratificación cruzada, oleajes, etc. Los lugares de muestreo fueron determinados en base al mapa geológico preliminar, estableciéndose 15 sectores de muestreo, los cuales se nombran a continuación:

**Río Itaya:** Villa Belén, Luz del Oriente, 28 de Enero, Melitón Carbajal, Cahuide, Nuevo Miraflores, Nuevo Progreso, San Martín, San Salvador de Omaguas, Varadero, Peña Blanca, Paraíso, Palo Seco, San Pedro, Soledad, San Juan de Múnich y Cabo López.

**Río Marañón - Amazonas:** San Jorge, 9 de Octubre, Santa Rita de Florida, Nauta, Santa Cruz, San Joaquín de Omaguas, Porvenir, Nueva Esperanza, Samaria II Zona y Terra Bona.

**Carretera Iquitos - Nauta:** Km 90, km 89, km 88, km 83, km 81, km 80, km 77, km 74, km 58, km 54, km 13, km 12, Huambé km 50, Carretera Ex Petroleros km 48, Carretera Paujil II Zona km 33.5, Carretera a San Antonio km 32 (Río Itaya), Carretera San José km 21, cantera Martha Rimachi - Los Cedros km 14, cantera La Pionera km 11, Llanchama, Puerto de Rumococha, Prolongación Las Camelias río Nanay.

### **a. Variables para la generación de información geológica en los trabajos de campo**

Para el trabajo de campo en el área de la carretera Iquitos - Nauta se ha tomado en cuenta parámetros o criterios que han permitido desarrollar la investigación geológica al nivel de detalle que requiere el proceso de Microzonificación Ecológica y Económica, dentro del cual describiremos el método y el análisis que se ha llevado a cabo. Estos corresponden a: **1)** Análisis petrológico y petrográfico; **2)** Identificación de estructuras primarias dentro de una secuencia sedimentaria; **3)** Análisis microtectónico; **4)** Clasificación de unidades geológicas; **5)** Análisis hidrogeológicos; y **6)** Análisis de la Geología Económica

#### **a.1. Análisis petrológico y petrográfico**

El análisis consistió en determinar los diversos tipos de unidades sedimentarias de acuerdo a su origen, grado de consolidación, textura, compactación, tonalidad, granulometría, porosidad y permeabilidad. El origen será determinado por la naturaleza del sedimento o material litológico, de acuerdo a su ambiente genético; para nuestra área se relaciona específicamente con los ambientes sedimentarios. La toma de muestras consistió en realizar cortes de afloramientos de las 15 zonas de muestreo establecidas para toda el área de estudio. Por cada zona se tomó de 25 a 30 puntos referenciales, y se ha determinado mediante perforaciones de las capas inferiores, sobre todo cuando

no se ha tenido datos geológicos superficiales. Los muestreos se realizaron a modo de transectos radiales.

### **i) Análisis sedimentario**

El análisis consistió en diagnosticar en primer término el tipo de AMBIENTE SEDIMENTARIO, definido como el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que controlan la sedimentación. En el área de estudio se ha encontrado dos tipos de ambiente sedimentario: continental y transicional. En el primero se ha determinado tres subambientes sedimentarios, entre los que figuran el palustre, el lacustre y el fluvial; y en el segundo, el ambiente de playa y el marino marginal.

Otra generación de información corresponde a los procesos que dan origen a las rocas sedimentarias; se refiere a **Intemperismo, Erosión, Transporte, Depósito, Acumulación, Litificación, Diagénesis, Disolución y Precipitación**. Estos procesos han sido parte del análisis primario para determinar el tipo de rocas sedimentarias.

Para este análisis nos basamos en la relación que existe entre el ambiente sedimentario, los agentes de transporte, los depósitos y los tipos de sedimentos.

### **Rocas sedimentarias determinadas**

En el área de estudio existen dos categorías de rocas sedimentarias: clásticas y no clásticas; nuestra investigación geológica ha permitido definir qué tipo de sedimento corresponde a la muestra tomada en el campo; la Tabla 1 muestra los tipos de sedimentos mencionados.

### **Método**

- a) Clasificación efectuada en muestra de mano, donde se ha consignado las siguientes características:
- Composición: fragmentos de roca, cuarzo, feldespatos, arcillas
  - Tamaño
  - Clasificación de granos
  - Forma
  - Redondez
  - Esfericidad
- b) Materiales sedimentarios de origen clástico, determinados según tamaño de los sedimentos (Tabla 3), forma de los granos, textura y color.

**Tabla N° 03**  
**Clasificación de los sedimentos encontrados en el área de estudio según su tamaño granulométrico**

Nombre de la partícula	Tamaño (mm)	Nombre del sedimento
guijarro	2 a 64	grava
arena	1/16 a 2	arena
limo	1/256 a 1/16	limo
arcilla	< a 1/256	arcilla

### **a.2. Determinación de estructuras primarias dentro de una secuencia sedimentaria**

Uno de los aspectos muy importante para el análisis sedimentario ha sido considerar las huellas o evidencias primarias singenéticas (desarrollo durante la depositación) que se encuentran dentro de los niveles o capas de los depósitos sedimentarios. La metodología seguida se basó en el análisis de los estratos y/o capas sedimentarias, y consistió en encontrar evidencias de rasgos, rastros o huellas dejados por los procesos sedimentarios ocurridos en el área de estudio, las cuales están reflejadas en los sedimentos.

#### **a) Tipo de estratificación**

- paralela
- cruzada

#### **b) Disposición de partículas en los niveles**

- capas uniformes
- capas no clasificadas
- capas gradadas

#### **c) Características superficiales**

- marcas de oleaje
- grietas de desecación
- concreciones
- fósiles
- color

### **a.3. Análisis microtectónico**

Consistió en tomar datos de fracturas, fallas y diaclasas que han afectado a los materiales sedimentarios de las unidades geológicas. En esta parte de la toma de datos se analizó y caracterizó geoméricamente las estructuras del basamento (*relevamiento de datos de foliaciones primarias y secundarias, lineaciones, indicadores cinemáticos en zonas de cizalla, pliegues, etc.*) que permitió proponer una sucesión de eventos deformativos y relacionarlos con los procesos orogénicos y etapas neotectónicas. También se tomó en cuenta la vergencia tectónica de las estructuras y la toma de muestras orientadas para estudios microtectónicos.

Se ha considerado tres puntos importantes que nos han permitido sistematizar los datos geoestructurales. Los muestreos se han realizado previa interpretación e identificación de los lineamientos o sistemas de drenaje, determinados por su orientación, distribución y densidad.

#### **a) Levantamiento de las foliaciones (planos geológicos)**

Se ha identificado las foliaciones primarias y secundarias; las primeras se han determinado en las estratificaciones y las segundas correspondieron al análisis y la identificación de las fallas producidas por la etapa neotectónica.

#### **b) Análisis de la deformación tectónica de las rocas presentes**

Este análisis permitió identificar la deformación (aunque en forma leve) de las rocas, especialmente las sedimentarias, y su relación con su grado de plasticidad, lo que ha permitido la deformación y el reacomodo e inclinación de los niveles estratificados. Ha sido posible determinar los tipos de plegamientos (anticlinales y sinclinales leves), entre los cuales tenemos pliegues abiertos y pliegues suaves, especialmente en las secuencias miocénicas, pliocénicas y plioleistocénicas.

#### **c) Reconocimiento de las estructuras tectónicas en el área de estudio (fallas, fracturas y diaclasas)**

Se ha determinado la presencia de fallas y fracturas de los bloques o masas rocosas y diaclasas producidas en la roca, mediante desplazamientos de las masas estratigráficas. Los movimientos o desplazamientos (salto total) pueden ser pequeños (milímetros) hasta muy grandes (cientos de kilómetros), aunque en el área de estudio no se ha tenido evidencias claras de su existencia. Algunas fallas muestran un relleno de calcita, yeso o sílice, como también un plano liso con estrías de orientación del movimiento del desplazamiento ocurrido. Otro aporte importante para la determinación e identificación de las fallas ha sido la interpretación preliminar de los lineamientos obtenidos de la imagen de satélite, que permitió ubicarlas o localizarlas cuando se hace el trabajo de investigación de campo y descifrar el tipo de rompimiento del afloramiento rocoso. En la Tabla 4

mostramos las fallas que se ha encontrado en superficie y su disposición en los materiales sedimentarios.

**Tabla N° 04**  
**Tipos de fallas analizadas en el área de estudio.**

FALLAS			
<b>Fallas con desplazamiento vertical</b>		Falla con desplazamiento horizontal (fallas de rumbo)	
<b>Fallas normales</b>	<b>Fallas inversas</b>	<b>Falla sinistral</b> (sentido antihorario)	<b>Falla dextral</b> (sentido horario)

#### **a.4. Análisis hidrogeológico**

Este análisis ha generado información con la finalidad de identificar zonas donde se localizan **aguas subterráneas o la napa freática**, y dar información sobre las características adicionales sobre las **aguas superficiales**.

Para ello se ha establecido criterios, tales como ubicación de los cuerpos de agua aledaños que puedan presentar potencial hidroenergético y estar relacionados con el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias u otras.

Uno de los puntos fundamentales de este análisis ha sido la identificación y caracterización de mantos acuíferos aledaños al área de estudio. Además se ha encontrado la profundidad del manto freático, mediante las perforaciones realizadas en sectores con problemas del recurso agua, donde se ha analizado in situ las condiciones que se encuentran los niveles de las napas freáticas (alto contenido de óxidos y otros elementos nocivos, etc).

Para este análisis se ubicó puntos focales donde se distribuye la napa freática, especialmente en sectores donde existen quebradas, riachuelos y ojos de agua que alimentan los niveles de agua subterránea, sobre todo en sectores que presentan problemas de escasez de agua; entre ellos podemos citar algunos sectores como cuenca Itaya (Luz del Oriente, 9 de Octubre), cuencas Marañón-Amazonas (San Jorge, Santa Cruz, Santa Rita de Florida, Nueva Esperanza, Samaria I y II Zona); y el eje de la carretera Iquitos - Nauta (Varillal, El Paujil; Nuevo Horizonte; Ex Petroleros, entre otros); y otros recomendados según el análisis conjunto con el especialista en Hidrología. Este estudio consistió en realizar algunas perforaciones con barrenos manuales de 15 a 24 metros de profundidad, las que permitieron obtener datos sedimentológicos, humedad, permeabilidad, materia orgánica y otros minerales.

También se ha generado información acerca de los posibles impactos ocasionados a los cuerpos de agua por dichas actividades, como por efecto de tomas de agua, efluentes, modificación del cauce o ribera, etc, especialmente la realizada por la actividad agrícola que está generando una importante desertificación en las áreas donde los suelos son de arena cuarzosa cuya retención de agua es muy limitada, estos espacios son deforestados por los pobladores asentados con la iniciativa de usarlos para cultivos sin conocer realmente su aptitud, cuando se dan cuenta que el terreno no se adapta a los requerimientos del cultivo lo abandonan empobreciéndole y dejando sus efectos negativos en el ambiente, especialmente en zonas cercanas a acuíferos y quebradas.

En la información de campo se ha obtenido las siguientes características del terreno, especialmente del subsuelo:

- Características hidráulicas de los sedimentos areno cuarzosa aflorantes y dispuestos en los niveles inferiores del área, que favorecen a la retención de las aguas producto de las intensas precipitaciones pluviales; esto es tanto más relevante si consideramos que la humedad reinante en la superficie y la presencia de las especies de varillales se deben específicamente a los materiales impermeables que se encuentran infrayaciendo (arcillas, arcillas limosas y arcillas arenosas) y otros materiales impermeables de alta dureza, conocidos como material espódico, compuesto por la solidificación y litificación de los minerales de fierro y magnesio que están presentes en el subsuelo.
- Características geognósticas, es decir, aquéllas que han permitido generar información acerca de la estratigrafía y las características sedimentológicas del área. Para el efecto se estableció como metodología perforaciones de pozos mediante un equipo especializado. En la Foto 1 se muestra la forma de perforar para obtener muestras sedimentológicas del subsuelo. Las zonas a muestrear mediante este tipo de análisis son las comprendidas en la margen derecha del eje Iquitos - Nauta, la cuenca Itaya y las cuencas del Marañón - Amazonas; con ello se ha buscado identificar sedimentos como arenitas cuarzosa de diferentes niveles granulométricos y niveles de arcillitas con gránulos de gravillas, las cuales conforman, según la información de campo y la secundaria, las formaciones geológicas Iquitos y Nauta.



**Foto N° 01: Perforación de un pozo para extraer muestras sedimentarias en el centro poblado Terra Bona (margen izquierda río Amazonas).**

En cada uno de los pozos se elaboró el registro correspondiente y se obtuvo muestras representativas para ser analizadas por instituciones certificadas. Algunas muestras que no han sido clasificadas para el ensayo han sido analizadas mediante pruebas sencillas de comparación y observación granulométrica a la lupa.

#### **a.5. Análisis de la Geología Económica**

Se ha localizado e identificado los yacimientos no metálicos prospectables. Ha correspondido a la Geología generar información sobre actividades productivas no renovables. Para este caso hemos utilizado la información secundaria recopilada acerca de los prospectos mineros identificados por el Ministerio de Energía y Minas, donde se ha corroborado y localizado otros lugares con potenciales mineros dentro del espacio a estudiar. En este contexto se ha seguido los siguientes pasos:

- Identificación de canteras o yacimientos mineros
- Localización de las canteras o yacimientos mineros
- Cubicación de los volúmenes minerales metálicos y no metálicos
- Si es posible, estimación de la reserva probada y probable
- Con muestras de campo se obtendrá leyes de calidad del mineral, mediante análisis de laboratorio (aún en proceso).

En este análisis es probable que se tenga que realizar algunas perforaciones en los lugares ya mencionadas en la metodología, con una profundidad de 15 a 24 metros, en sectores donde existan evidencias probadas de ocurrencias mineralógicas, principalmente no metálicas, tal como se tiene referencias en el eje de la carretera Iquitos - Nauta.

### **2.2.3. FASE DE POST - CAMPO**

En esta etapa se ha desarrollado el procesamiento, interpretación y análisis de los datos obtenidos en el trabajo de campo, generando una gran base de datos, que ha sido correlacionada y vinculada con la interpretación geológica preliminar. Asimismo, se analizó macroscópicamente las muestras de campo en forma cuidadosa y minuciosa, caracterizando principalmente su aspecto petrográfico, lo que permitió corroborar, modificar y generar unidades geológicas. La base de datos generada se constituyó en una herramienta valiosa para determinar patrones de identificación, que se interrelacionarán con el análisis de las imágenes de satélite y los trabajos realizados por otros investigadores e instituciones. Asimismo, se pondrá énfasis en los resultados que se obtenga de los análisis de laboratorio a través de la difracción de Rayos X (análisis mineralógico y petrográfico) y determinación de edades de las unidades geológicas (análisis paleontológico). Para conjugar todos estos datos y resultados se utilizó el software especializado ARC VIEW 3,3 y ARC GIS 9,3, con los cuales se visualizó de forma gráfica toda la información obtenida en campo, que consistió en superponer los datos obtenidos a los mapas preliminares generados en los trabajos de gabinete. Con base en ello se elaboró el mapa final de Geología, con el que se procedió a redactar un informe técnico científico o memoria descriptiva (diagnóstico ambiental), así como resúmenes ejecutivos, tablas, cuadros, gráficos, archivos de fotos, etc., que han permitido desarrollar la investigación con un buen porcentaje de confiabilidad y veracidad.

Por último se realizó intercambios de consultas y resultados con los miembros del equipo técnico y el coordinador del estudio.

Los ítems siguientes corresponden a los pasos que hemos seguido según lo conceptualizado en el párrafo anterior, con la finalidad de obtener el resultado final: el cartografiado geológico y el informe técnico científico:

- Recopilación de información geológica, bases de datos de muestreos, análisis de la cartografía básica e interpretación de imágenes de satélite. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR.
- Generación de base de datos GEOLÓGICOS mediante la información cuantitativa y cualitativa obtenida en los trabajos de campo.
- Corresponde a la sistematización de la información recopilada en campo, precisión de sitios – unidades muestreadas, descripción metodológica, cuantificación de toma de muestras y análisis finales, y base de datos procesada e integrada.
- Procesamiento de análisis de laboratorio, informes de campo y formatos con información

- Los resultados obtenidos de los análisis de las muestras y datos de campo se verán reflejados en el mapa geológico. Para la veracidad y confiabilidad de los datos se tomará como prueba fotografías, que son las que muestran la ocurrencia de los procesos y la actual configuración de los materiales.

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. Caracterización de la geología del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta**

Las unidades fueron determinadas mediante el análisis de sus características litológicas, sedimentarias, edad, de correlación con otras unidades geológicas distribuidas en otros sectores, y fosilíferas: además del análisis de las sedimentitas recientes y subrecientes. Como resultado fueron determinadas 13 unidades geológicas (Tabla 5).

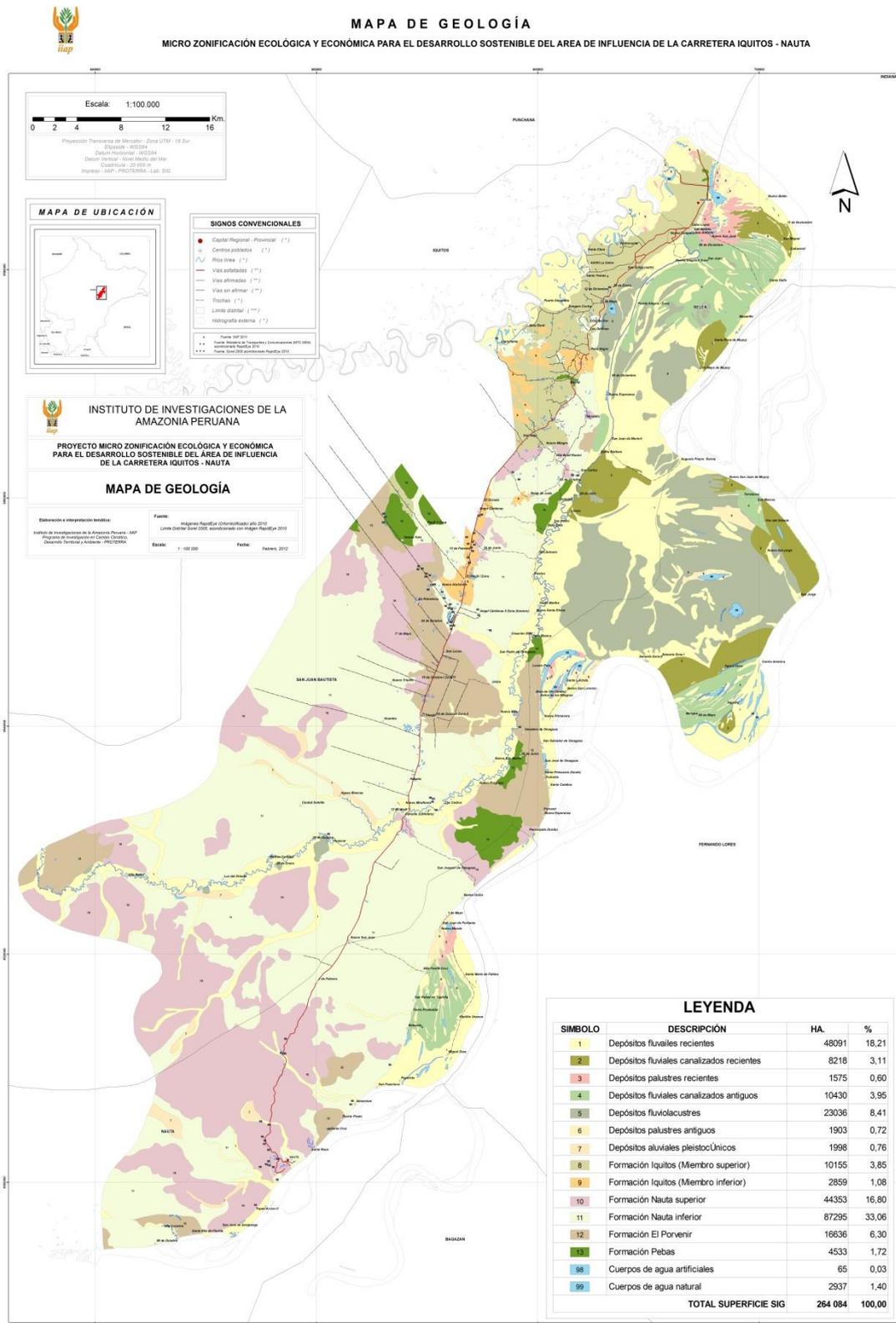
Los afloramientos litológicos datan desde el Neógeno-Mioceno hasta secuencias recientes Cuaternarias holocénicas, de ellas la Formación Pebas es la de mayor antigüedad. El ambiente de depositación es lacustrino de agua dulce y salobre, originado con aportes de sedimentos marinos del actual territorio venezolano y antillano, que desarrolló una alternancia de secuencias sedimentarias mixtas de arcillitas, limoarcillitas y esporádicamente arenitas. Posteriormente, al término del periodo Mioceno se manifiesta la acumulación de sedimentos compuestos por arcillas ligníticas estratificadas, arenitas con estratificación sesgada con ritmitas limo arcilloso gris oscuro con pequeños conglomerados, mica y materia orgánica abundante distribuidas en las actuales cuencas del Pastaza-Marañón, Napo, Bajo Ucayali y principalmente el Amazonas.

Por otro lado, a comienzos del Plioceno, el aporte marino quedó trunco debido al levantamiento de los Andes orientales, para posteriormente seguir con la sedimentación de origen continental, generando depósitos de capas rojas de edad Plioceno-Pleistocena denominadas Formación Nauta. Esta unidad ha desarrollado secuencias litológicas caracterizadas por dos miembros diferenciados compuestos por niveles lodolíticos, arcillosos y arenosos de tonalidades rojizas. En el Pleistoceno prosigue la sedimentación continental de tipo fluvial selectiva (unidad Iquitos-miembro inferior) y de alta energía (unidad Iquitos-miembro superior), originando secuencias de arenitas cuarzosas de tonalidad blanquecina, propias de la erosión de las secuencias más antiguas, dando origen de esta manera a la Formación Iquitos, cuya distribución típica se encuentra concentrado en el sector de Iquitos hasta el km 25 de la carretera Iquitos Nauta. Finalmente ocurre la sedimentación continua con los procesos de formación de secuencias sedimentarias inconsolidadas de origen aluvio-fluvial, que forman las unidades recientes de edad holocénica, distribuidas principalmente en las áreas adyacentes a los ríos Amazonas, Marañón, Itaya y Nanay. Las unidades geológicas están delineadas en el mapa geológico elaborado como base para la propuesta de Micro ZEE (Figura 2).

Tabla N° 05

Unidades geológicas del área de influencia de la carretera Iquitos Nauta.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	
					Ha	%
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos fluviales recientes (Qh-fl)	Limos, arenas y arcillas totalmente inconsolidados, de tonalidades gris a claro algunas veces de tonalidades algo marrón-rojizas.	47 501	17,99
			Depósitos palustres recientes (Qh-pl)	Turbas y materia orgánica en descomposición, limos oscuros a grises, arcillitas y óxidos	1 525	0,58
			Depósitos fluviales canalizados recientes (Qh-cr)	Corresponden a arenitas de granulometría fina intercaladas con arcillitas moteadas a amarillentas.	8 029	3,04
			Depósitos fluviales canalizados antiguos(Qh-cr)	Intercalaciones de arenitas con arcillitas ligeramente consolidadas con esporádicos niveles de materia orgánica.	10 392	3,94
			Depósitos fluviolacustres (Qh-fla)	Abundante materia orgánica y arcillita de tonalidad oscura, con ciertos niveles moteados.	23 309	8,83
		PLEISTOCENO	Depósitos palustres antiguos (Qp-pl)	Turbas y materia orgánica de tonalidad oscura, niveles de arcillitas y limos mejor consolidadas	1 852	0,70
			Depósitos aluviales pleistocénicos(Qp-sr)	Limos, arenas y presencia esporádicas de arcillitas rojizas a amarillentas, niveles o capas discontinuas.	1 984	0,75
			Formación Iquitos Miembro superior (Qps-i)	Arenitas cuarzosas blanco-amarillenta intercaladas con niveles de conglomerados (guijas) y gravillas. En la parte superior es mayormente arenoso.	6 712	2,54
	NEÓGENO	PLIOCENO	Formación Iquitos Miembro inferior(Qpi-i)	Intercalaciones de arenitas de tonalidad gris marrón con niveles de lodolitas grises a rojizas de espesor muy reducido.	2 815	1,06
			Formación Nauta superior (Np-ns)	Areniscas marrones con macizos de grano fino de naturaleza pelítica. En algunos sectores arenitas, limos y arcillas limosas con alto % de cuarzo.	44 109	16,70
		MIOCENO	Formación Nauta inferior (Np-ni)	Niveles de areniscas de grano fino algo rojizo intercalados con limoarcillitas de color rojo violáceo. En la parte superior niveles de gravillas intercalados con secuencias de arcilla limosa rojo ocre.	86 652	32,81
			Formación El Porvenir	Compuesta por arcilla lignítica estratificada, arenitas con estratificación sesgada con ritmitas limo arcilloso gris oscuro con pequeños conglomerados, mica y materia orgánica abundante. También presenta nivel mixto de ambiente lagunar y fluvial con predominancia de arena y lentes de material espódico magnesio y fierro, arcillas lagunares con algunas acumulaciones lenticulares de arena de grano fino amarillento y presencia de troncos fosilizados.	16 553	6,27
		Formación Pebas (Nm-p)	Compuesta por lutitas azul verdosas intercaladas con niveles de margas y niveles estratificados de coquinas. También se encuentran niveles de lignito y en algunos sectores lentes de caliza y areniscas muy compactas. Fósiles grandes de 13 a 18 cm de bivalvos y gasterópodos.	4 475	1,69	
		Centros poblados				
Cuerpos de Agua					3 401	1,29
<b>TOTAL</b>					<b>264 086</b>	<b>100,00</b>



**Figura N° 02: Mapa geológico del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.**

### 3.1.1. Descripción de las unidades geológicas

A continuación se describe las unidades geológicas considerando su edad de formación. En la tabla 6 se descifra cada una de ellas.

**Tabla N° 06**  
**Edades de las unidades geológicas y representación simbólica.**

UNIDAD GEOLÓGICA	EDAD GEOLÓGICA	SÍMBOLO
Formación Pebas	Neógeno-Mioceno-Pebas	Nm-p
Formación El Porvenir	Neógeno-mioplíoceno-El Porvenir	Nmpl-ep
Formación Nauta Inferior	Neógeno-plioceno-Nauta inferior	Npl-ni
Formación Nauta superior	Neógeno-plioceno- Cuaternario-Nauta superior	NplQ-ns
Formación Iquitos (miembro inferior)	Cuaternario-pleistoceno-Iquitos miembro inferior	Qpi-ii
Formación Iquitos (miembro superior)	Cuaternario-pleistoceno inferior superior-Iquitos miembro superior	Qpis-is
Depósitos aluviales pleistocénicos	Cuaternario-pleistoceno superior-Aluviales pleistocénicos	Qps-alp
Depósitos palustres antiguos	Cuaternario pleistoceno superior-palustres	Qps-pa
Depósitos fluvio lacustres	Cuaternario-holoceno inferior-Fluviolacustres	Qhi-fla
Depósitos fluviales canalizados antiguos	Cuaternario-holoceno inferior-Canalizados antiguos	Qhi-ca
Depósitos palustres recientes	Cuaternario-holoceno inferior superior-palustres recientes	Qhis-pr
Depósitos fluviales canalizados recientes	Cuaternario-holoceno superior-Canalizados recientes	Qhs-cr
Depósitos fluviales recientes	Cuaternario-holoceno superior-fluviales	Qhs-flr

## A. Cenozoico

### A.1. Formación Pebas (Nm-p)

Está constituida por sedimentos pelíticos, que consisten de lutitas de tonalidades azul a verde con interestratificaciones de margas, con esporádicos niveles de caliza (generalmente lenticulares). También intercalan con niveles estratificados de coquinas (restos de conchas calcáreas cementadas con arena y carbonatos). Toda esta secuencia conforma la base de la unidad, mientras que en la parte superior se ubican lodolitas algo rojizas, intercaladas con niveles de materia orgánica (lignito), que algunas veces llegan a tener hasta 2 metros de espesor. La extensión aproximada es de 4475 ha, que representa el 1,69% del área total.

Su afloramiento se localiza en la margen derecha del río Amazonas, en la localidad de Iquitos y Nueva Esperanza, y en el eje de la carretera en los centros poblados 13 de Febrero, El Paujil, Nuevo Horizonte y 24 de Junio. Su distribución está asociada a la sedimentación de origen marino y continental (palustre y fluvial). En este sector, la sedimentación Pebas ha sido controlada por un alto estructural denominado “Arco de Iquitos”, que ha sometido a esta cuenca a sucesivos levantamientos.

La edad estimada de esta unidad, en base a estudios palinológicos y paleontológicos de los bivalvos, ostrácodos y troncos, indica que el inicio de su proceso de sedimentación fue en el Mioceno, prolongado hasta el Plioceno. Su espesor está entre los 300 y 570 metros (INGEMMET 1998).

Según el análisis micropaleontológico (Anexo, MUESTRA NIVEL I y MUESTRA NIVEL II) de dos muestras paleontológicas colectadas: La primera en la localidad de Peña Blanca (distrito Belén), ha reportado *Nanivitrea* sp, el cual se encuentra constituyendo un nivel de coquina de edad Mioceno superior-Plioceno, fosilizada en arcilla gris azulada. La segunda muestra, en la localidad Paraiso, distrito de San Juan se ha reportado *Nanivitrea* cf. *N. colombiana* NUTTALL, cuyos generos son *Liris* minúscula (GABB) y *Dyris* tuberculata (DE GREVE) de edad Mioceno superior-Plioceno, fosilizada en limoarcillita gris verdosa. Esto se relaciona con los análisis realizados en muestras colectadas de limoarcillitas y arcillitas, en las proximidades de las localidades de Mazán e Indiana (INADE, 2007) donde se logró reportar las siguientes especies de fauna: *Liris* minuscula del Mioceno (Garro, 1977), *Neritina* orton CONRAD del Mioceno inferior, el género *Pachydon* del Mioceno-Plioceno, *Vitrinilla* del Mioceno superior (Romero, 1997), ostrácodos como *Cyprideis* purperi purperi colombianaensis SHEPARD & BATE, de edad Pliocena (Shepard & Bate, 1980); tal como se denota, todas las especies de fauna fósil corresponden a la Formación Pebas, por lo que se concluye que corresponde al Mioceno Plioceno, y su ambiente es principalmente lacustrinos propios de agua dulces y salobres (*Pachydon* y *Cyprideis*) y de ambiente lacustrinos de agua salobres (*Dyris*, *Neritina* y *Liris*).

En los muestreos de campo fue reportado e identificado afloramientos típicos presentes en las localidades de Peña Blanca (Foto 2) y Paraiso (Foto 3), que permitieron identificar la Formación Pebas; asimismo las columnas sedimentarias 1 y 2 generadas han permitido identificar las características litoestratigráficas y edad de formación (Fotos 4 y 5).



**Foto N° 02: Presencia de fósiles marinos, de la Formación Pebas, centro poblado de Peña Blanca, margen izquierda del río Itaya.**

**Foto N° 03: Banco de coquina en la  
Formación Pebas, centro poblado Paraíso,  
margen izquierda del río Amazonas.**



**Foto N° 04: Formación Pebas, centro poblado de  
San Martín, margen derecha del río Itaya.**

**COLUMNA SEDIMENTARIA-Pebas 1:**

**Ubicación Geográfica:**

**Centro Poblado:** SAN MARTIN

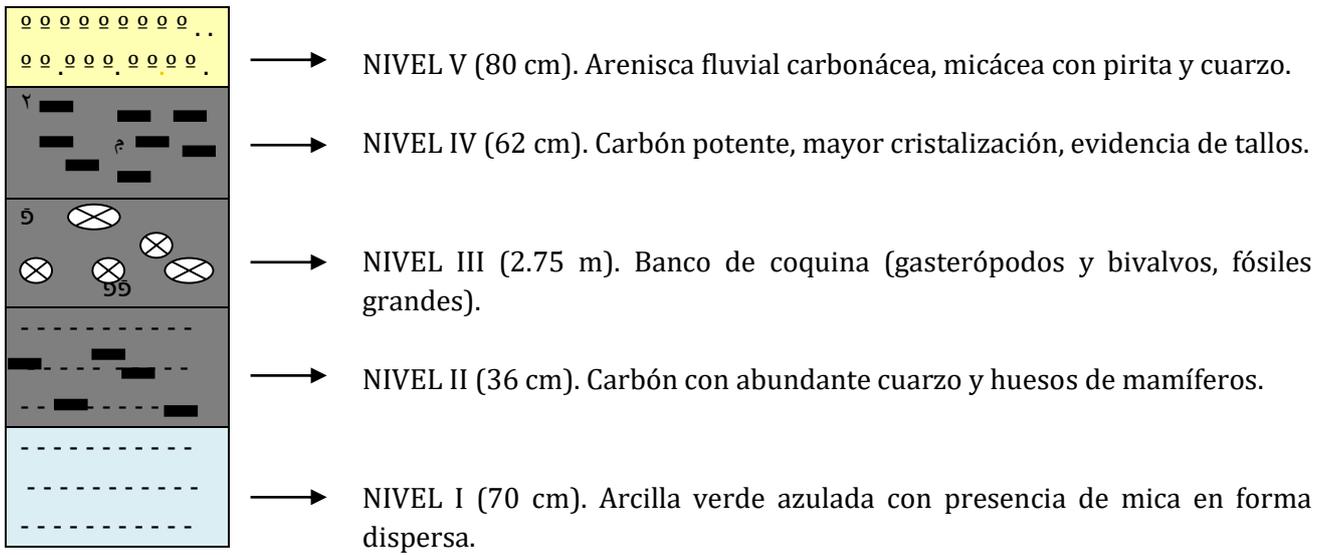
**Coordenadas:** 677047; 9538354

**Altitud:** 101 msnm.

**Unidad Geomorfológica:** Terraza Media

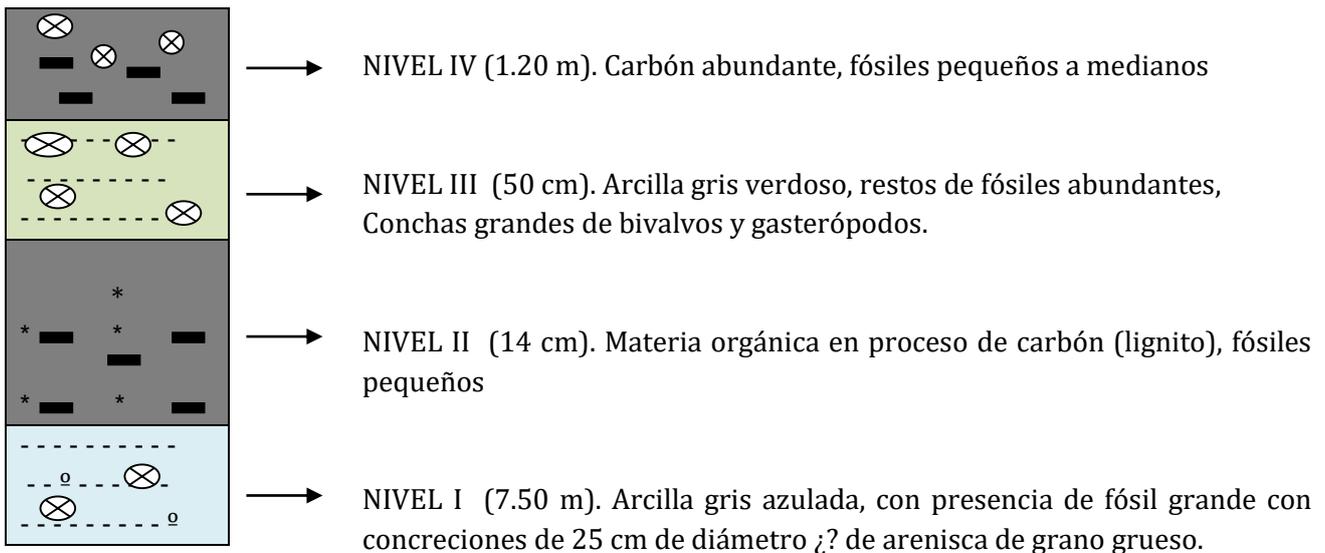
**Descripción:** Formación Pebas

R: S15°W - Nivel de buzamiento 5°NW "Contacto entre la Formación Pebas y Nauta".



**Foto N° 05: Formación Pebas, centro poblado de  
Peña Blanca, margen izquierda del río Itaya.**



**COLUMNA SEDIMENTARIA-Pebas 2:****Ubicación Geográfica:****Centro Poblado:** PEÑA BLANCA.**Coordenadas:** 680012; 9547732**Altitud:** 86 msnm.**Unidad Geomorfológica:** Terraza Baja.**Descripción:** Formación Pebas**A.2. Formación El Porvenir (Nm-ep)**

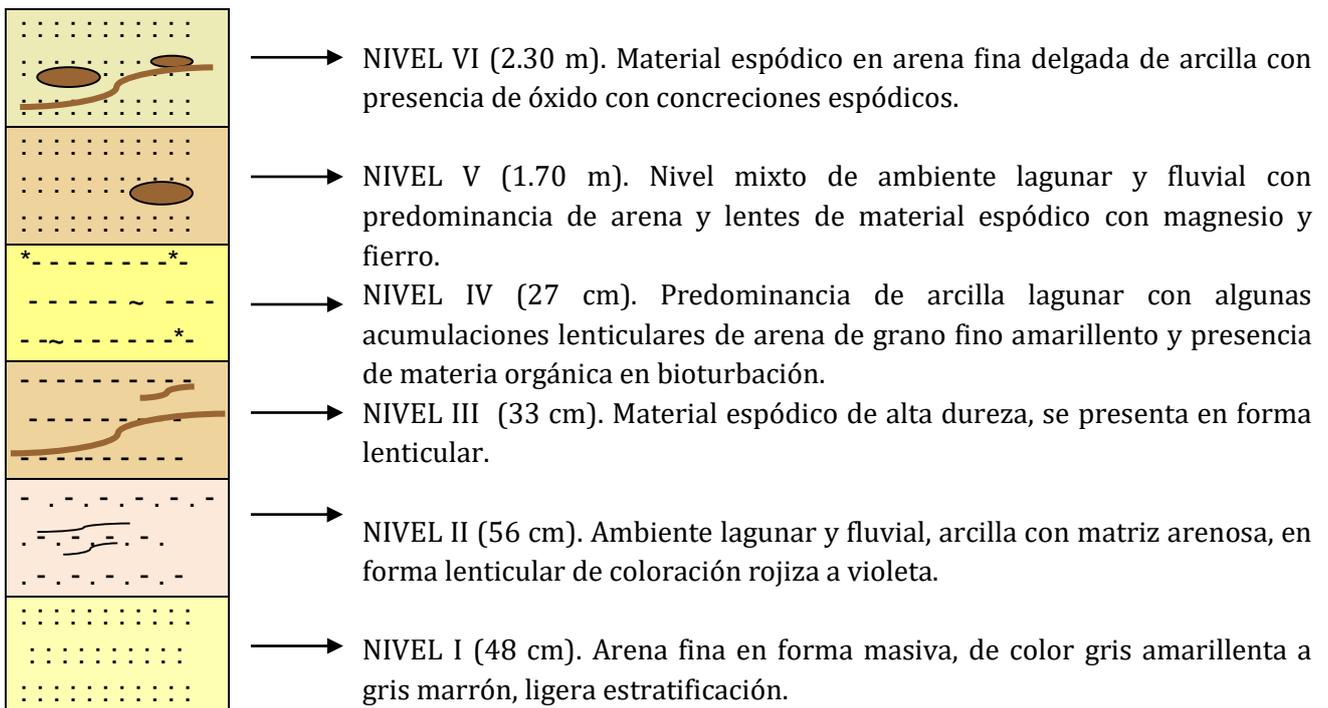
Reportada por Räsänen et al. (1998) entre el río Nanay y las localidades de Buena Unión y Porvenir, laterales del río Amazonas; también entre Nauta y San Regis. Su litología está compuesta por arenitas de grano medio y lodolitas esmectíticas de tonalidades grisáceas, beige amarillentas y rojizas. Se asume que esta unidad ha sido desarrollada en canales gradacionales de arenitas y lodolitas con alto contenido de materia orgánica. En los muestreos fueron ubicadas en la margen izquierda del río Itaya, en las proximidades de Villa Belén y en la localidad de El Porvenir y Nueva Esperanza (localidad tipo). La extensión aproximada es de 16 553 ha, que representa el 6,27% del área total.

Su ambiente de depositación está asociado a canales subacuáticos con influencia de mareas en una zona "costera" salobre en una cuenca lacustre semicerrada. Según Räsänen et al. (1998) los sedimentos son de origen andino y de las llanuras.

Su edad fue determinada mediante la datación de restos orgánicos retrabajados, así como también restos de hojas, raramente restos de reptiles y de tortugas. En los anexos se reporta mediante el análisis paleontológico dos muestras: la primera, colectada en la localidad de Villa Belén (distrito San Juan) reporta Fragmentos de Tallos de plantas indeterminadas en proceso de carbonización, fosilizadas en sedimentos areno arcilloso de tonalidad brunácea, correspondiendo a especies de flora

de edad Plioceno; mientras que, la segunda colectada en Nueva Esperanza (margen izquierda río Amazonas) presenta Resto óseo de Quelonio (Tortuga) que mide 145 mm, con Fragmentos de conchillas de Gasterópodos indeterminados, fosilizadas en sedimentos de arcillas rojizas, asumiendo una edad de origen Plioceno. Cabe anotar que algunos paleontólogos sindicaron la existencia de estas especies como parte de la fauna de la Formación Ipururo, pero, se ha descartado que esta unidad geológica haya tenido distribución en estos sectores. Según estas evidencias su edad estimada está en base a la correlación con las incursiones marinas de la Formación Pebas, del Mioceno Plioceno (12-10 ma).

Los muestreos de campo, los afloramientos típicos se distribuyen especialmente en las localidades de Villa Belén (foto 6), Nueva Esperanza (foto 7) y El Porvenir (foto 8), que identifican a la Formación El Porvenir, Las columnas sedimentarias generadas reflejan la composición sedimentaria de las columnas de El Porvenir 1, 2 y 3 respectivamente.

**COLUMNA SEDIMENTARIA-El Porvenir1 (2-A).****Ubicación Geográfica:****Centro Poblado:** VILLA BELEN**Coordenadas:** 635718; 9526031**Altitud:** 105 msnm**U. Geomorfológica:** Colina Baja.**Descripción:** Formación El Porvenir



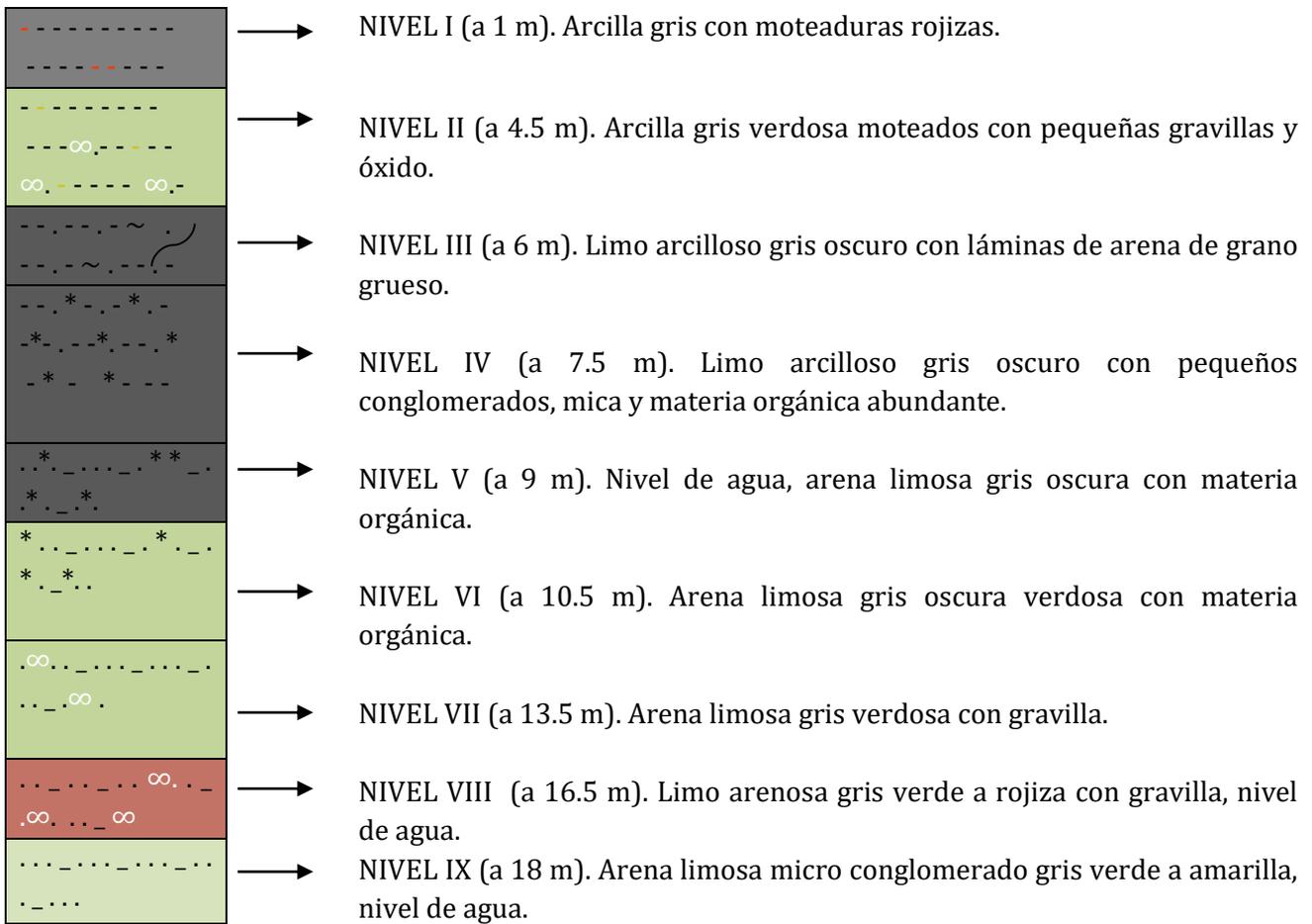
**Foto N° 06: Formación El Porvenir ubicado en el centro poblado de Villa Belén, margen derecha del río Itaya.**

**COLUMNA SEDIMENTARIA-El Porvenir 2 (Perforación 03)**

**Ubicación Geográfica:**

**Centro Poblado:** SANTA CRUZ  
**Coordenadas:** 661170; 9504465  
**Altitud:** 94 msnm  
**Unidad Geomorfológica:** Terraza Baja.

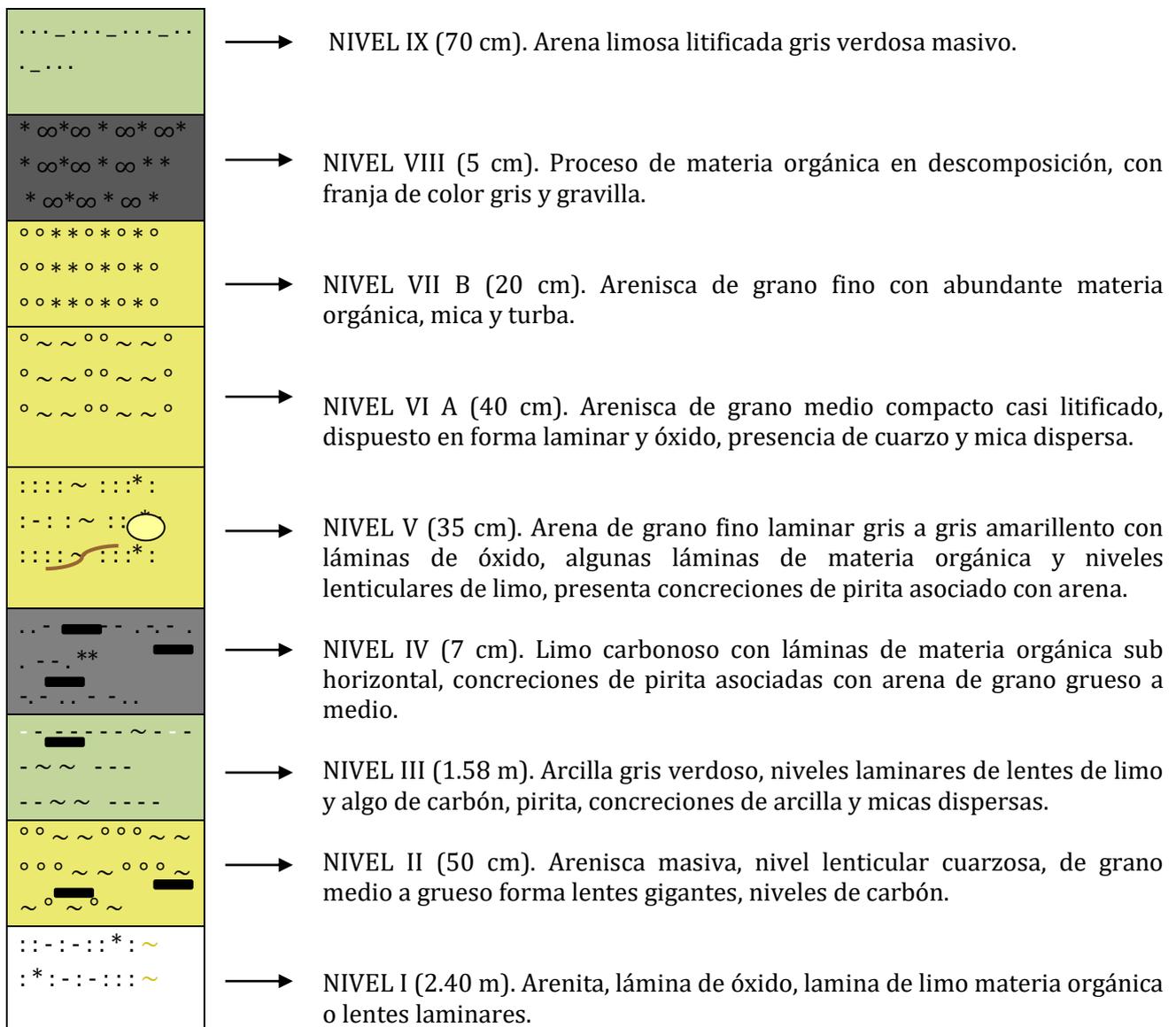
**Descripción:** Formación El Porvenir



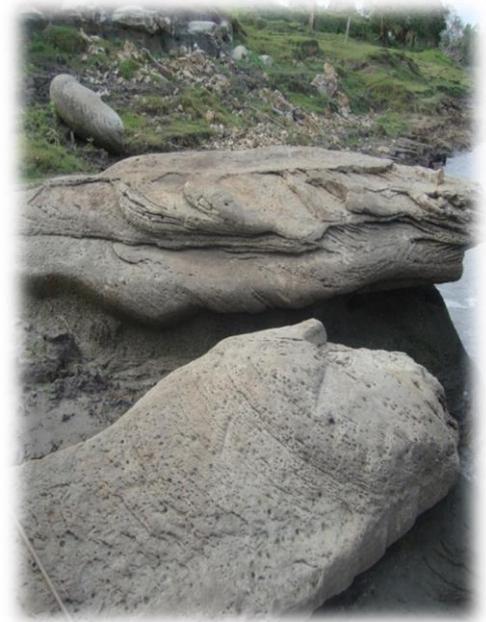
**COLUMNA SEDIMENTARIA-El Porvenir 3**

**Ubicación Geográfica:**

**Centro Poblado:** NUEVA ESPERANZA  
**Coordenadas:** 680505; 9531909  
**Altitud:** 90 msnm  
**Unidad Geomorfológica:** Terraza Baja.  
**Descripción: Formación El Porvenir**  
 R: S110° W- Nivel de buzamiento: 4° SW



**Foto N° 07: Formación el Porvenir, centro poblado de Nueva Esperanza, margen derecha del río Amazonas.**



**Foto N° 08: Formación el Porvenir, centro poblado el Porvenir, margen izquierda del río Amazonas.**

### **A.3. Formación Nauta Inferior (Np-ni)**

Constituye una secuencia de capas rojas, originadas en facies continentales. Fue descrita por Rebata (1997) y Räsänen (1998), en el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, en los sectores de Habana y Zaragoza. Sobre la base de sus relaciones sedimentológicas, describen una secuencia que consiste en alternancias de areniscas y limoarcillitas de tonalidad que varía de amarillo a rojiza, y gravillas redepositadas. Presenta una extensión aproximada de 86 652 ha, que representa el 32,81% del área total.

Tiene su localidad tipo en Nauta, donde se ha definido un nivel representativo, cuya característica está determinada por niveles de areniscas de grano fino algo rojizo, con intercalaciones de niveles de limoarcillitas, de color rojo violáceo. Está localizada en la cuenca del río Itaya, en la localidad de Villa Belén y en el río Marañón, en los centros poblados de San Antonio y Villa Lucerna. Conforman principalmente los sistemas de colinas bajas fuertemente disectadas y las terrazas altas ligera a moderadamente disectadas. La posición y correlación estratigráfica con respecto a las formaciones más antigua y moderna se le asigna una edad Pliocena.

Análisis realizados de algunas muestras de arcillitas, limoarenitas, limolitas y limoarcillitas de difractogramas indexados de las 40 muestras del eje de la carretera y sedimentos de río, reportaron la existencia de cuarzo que oscila entre 45% y 37% (Anexo 2). Esto indica que la unidad geológica Nauta presenta un alto potencial de arcillas utilizables en la industria del vidrio y la cerámica, especialmente en las cercanías de los centros poblados de Habana, Cahuide y Km 80 de la carretera Iquitos Nauta.

En los levantamientos de campo fueron identificados y reportados afloramientos típicos de la Formación Nauta superior, especialmente en los sectores del Km 90 de la carretera Iquitos Nauta (Foto 9) y en la localidad de San Joaquín de Omaguas (Foto 10); también en Santa Rita de Florida (río Marañón). Se ha generado columnas sedimentarias que reflejan la composición sedimentaria, tal como se muestra en la columna sedimentaria Nauta inferior 1.

**COLUMNA SEDIMENTARIA-Nauta inferior 1**

**Ubicación Geográfica:**

**Centro Poblado:** Carretera Iquitos - Nauta. Km 90.

**Coordenadas:** 655558; 9503349

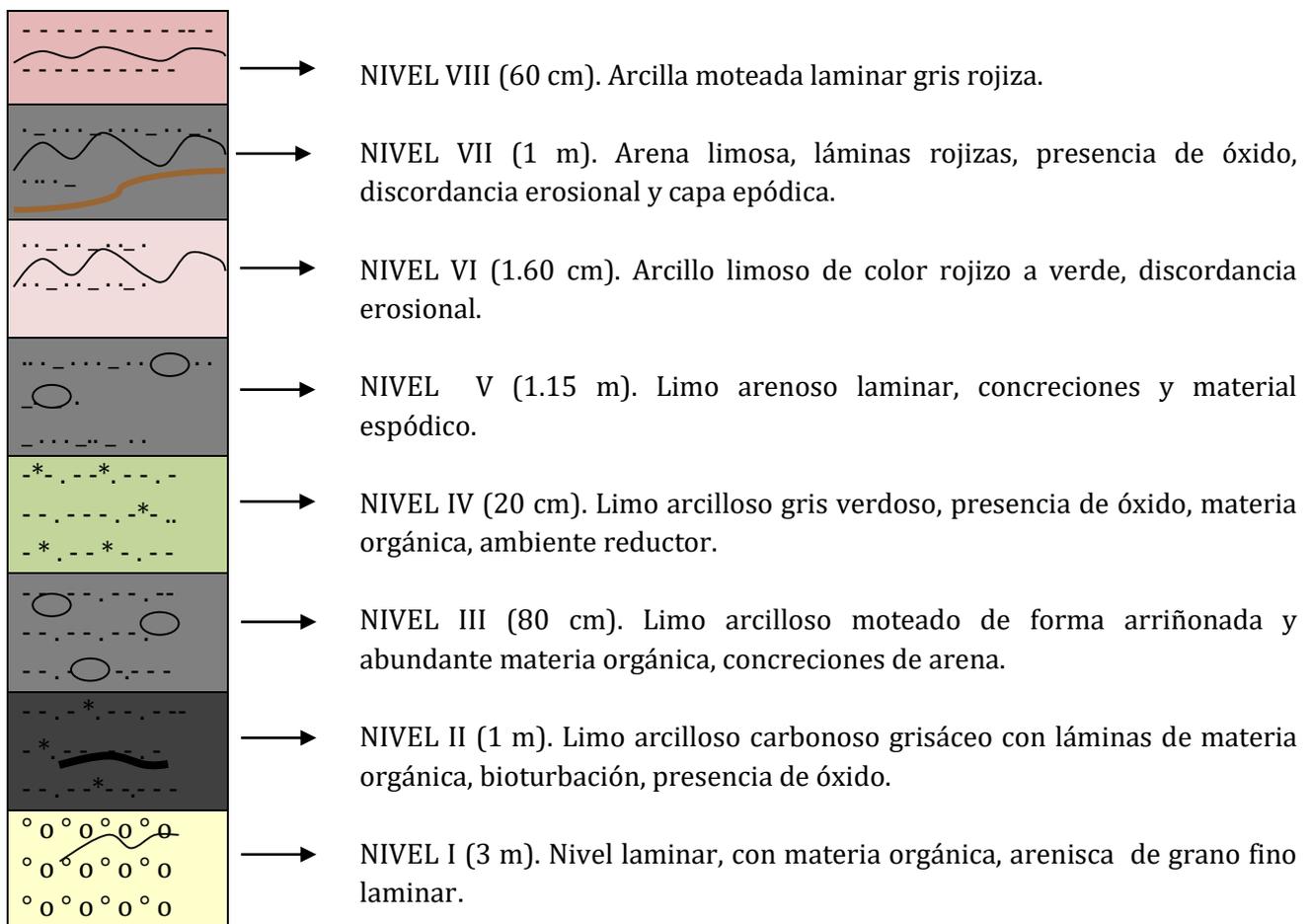
**Altitud:** 106 msnm

**Unidad Geomorfológica:** Colina Baja.

**Descripción:** Formación Nauta Inferior

**Nivel de buzamiento:** 18°SW / 10°NW

R: S40°W / R: S85°W / R: S30°W / R: S35°W / R: S78°W. R: S85°W R: S40°E



**Foto N° 09: Formación Nauta inferior en el eje de la  
carretera Iquitos - Nauta km 90.**



**Foto N° 10: Formación Nauta inferior, centro  
poblado de San Joaquín de Omaguas, margen  
izquierda del río Amazonas.**

#### **A.4. Formación Nauta Superior (Np-ns)**

Constituye niveles de sedimentitas rojizas, originadas en facies continentales. Fue descrita por Rebata (1997) y Räsänen (1998), en la localidad de Nauta. Sobre la base de sus relaciones sedimentológicas, describen las alternancias de areniscas y limoarcillitas de tonalidades que varían de amarillo a rojiza, y gravillas redepositadas. INADE (2007) también ha registrado en las proximidades de la localidad Centro Arenal, en la margen derecha del río Amazonas, donde se ha definido un afloramiento que contiene en el nivel superior arena blanca cuarzosa de aproximadamente 20 m de espesor, y en el nivel inferior arena rojiza en niveles delgados de 1 m de espesor. La extensión aproximada es de 44 109 ha, que representa el 16,70% del área total.

Fue descubierta en las proximidades de Nauta y en algunos sectores del eje de la carretera, aunque muchas veces se confunde con las secuencias de las unidades Iquitos, por constituir sedimentos con características similares como arenitas blancas con alto porcentaje de cuarzo..

En los muestreos de campo fue reportado e identificado afloramientos típicos en las localidades de Varadero (Foto 11), y Paujil II Zona (Foto 12), que permitieron identificar esta unidad, describiéndose niveles de gravillas con un grosor aproximado de 0.5 m, que luego se intercalan con una secuencia de arcilla limosa, de color rojo ocre. A continuación se presenta la descripción de típica graficada en columna sedimentaria Nauta superior 1.

**COLUMNA SEDIMENTARIA-Nauta superior 1**

**Ubicación Geográfica:**

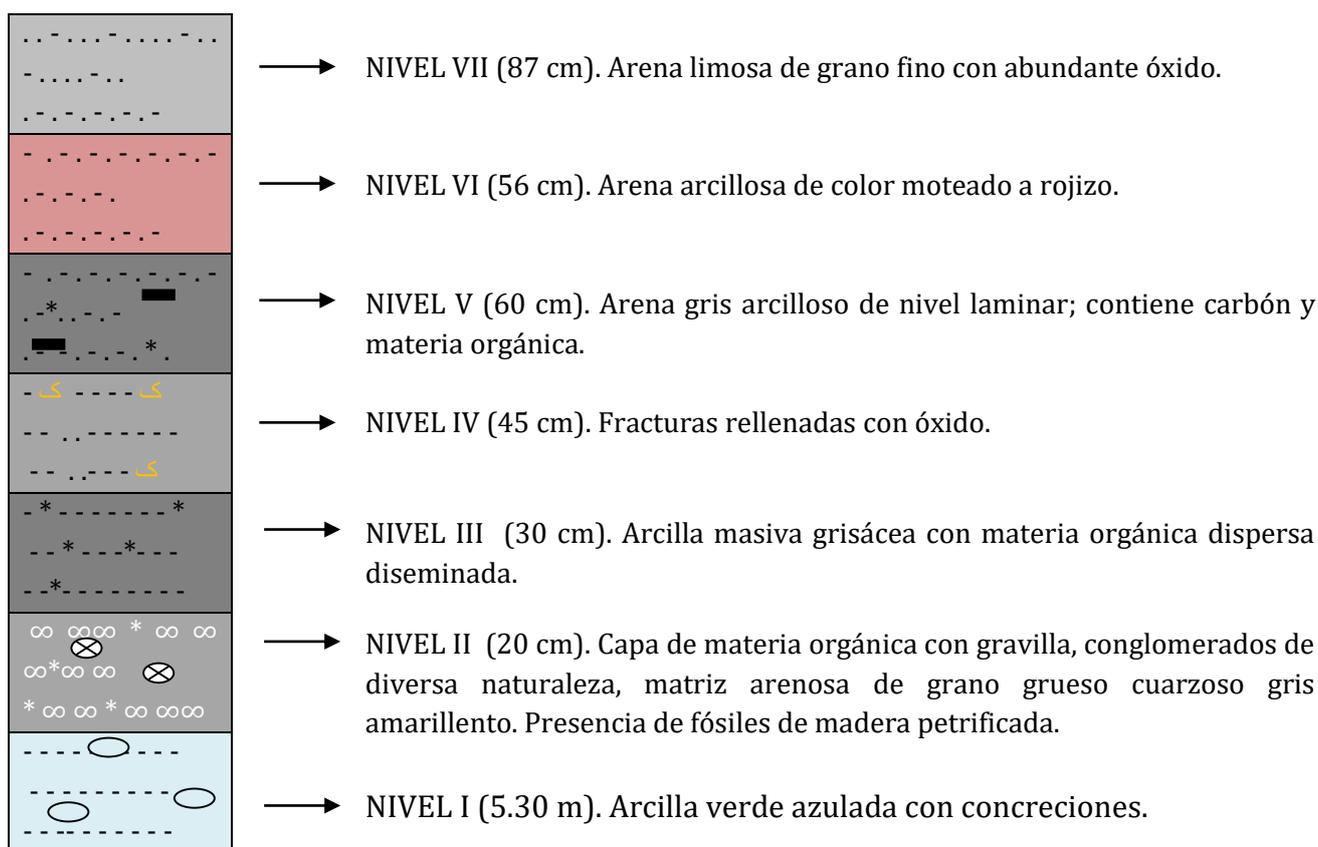
**Centro Poblado:** VARADERO.

**Coordenadas:** 678311; 9539813

**Altitud:** 93 msnm.

**Unidad Geomorfológica:** Terraza Media.

**Descripción:** Formación Nauta superior



**Foto N° 11: Formación Nauta superior, centro poblado de Varadero.**



**Foto N° 12: Formación Nauta superior, centro poblado Paujil II Zona.**

#### **A.5. Formación Iquitos - Miembro inferior (Qpi-i)**

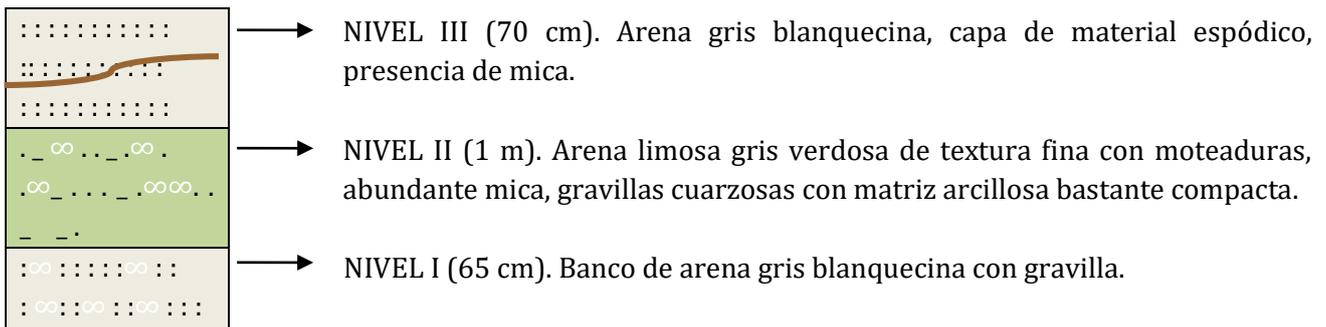
En este estudio se separa como miembro inferior de la unidad Iquitos, debido a la diferencia sustancial con las arenas blancas ya conocidas. Estos depósitos corresponden a niveles de arena carbonácea, arenitas de tonalidad gris amarillenta a rojiza, y bancos de lignito. En algunos sectores se encuentra en contacto con la Formación Pebas y en otros con la Formación Nauta inferior y superior. Tiene una extensión aproximada de 2815 ha, que representa el 1,06% del área total.

Su origen está asociado a la erosión de las formaciones geológicas de edad terciaria como Pebas y principalmente Nauta. Por sus características litológicas, muchas veces se confunde con la Formación Pebas, ya que en su contenido presenta material rocoso y roca carbonácea muy compacta. Esto se ha corroborado en la cantera Rubiños, en la localidad de Varillal (Foto 13).

Litológicamente está constituida por arenitas cuarzosas de tonalidad blanca-amarillenta, con algunas intercalaciones de lodolitas grises a rojizas (en estratos muy delgados, comportándose a veces como una costra). Contiene en sus niveles estructuras de sedimentación y deformación, debido a la intensa dinámica fluvial que alguna vez hubo en el área. En algunas ocasiones se ha localizado conglomerados del tamaño de una guija (2 a 64 mm de diámetro), y secuencias de arenitas blancas de grano grueso.

Está en las proximidades de la ciudad de Iquitos, entre los kms 13 y 58, se distribuyen forma dispersa; y en ese sector conforman las terrazas altas ligeramente disectadas. En los trabajos de campo se ha identificado afloramientos típicos que se distribuyen especialmente en el sector del km 58 (Foto 13) y Km 22.5 (Foto 14), que permitieron identificar el miembro inferior de la unidad Iquitos. Se representado mediante una columna sedimentaria su composición sedimentaria, tal como se muestra en las columna sedimentarias Iquitos inferior 1.

Por encontrarse suprayaciendo a la Formación Nauta (Plioceno-Pleistoceno), se le asigna una edad Pleistocena. A continuación se describe afloramientos geológicos correspondientes a esta unidad, representadas en columnas estratigráficas.

**COLUMNA SEDIMENTARIA-Iquitos inferior1****Ubicación Geográfica:****Centro Poblado:** Carretera Iquitos - Nauta. Km 58.**Coordenadas:** 667997; 9531335**Altitud:** 116 msnm**Unidad Geomorfológica:** Colina Baja.**Descripción:** Formación Iquitos (secuencia o Miembro inferior)**Foto N° 13: Formación Iquitos (Miembro inferior), eje de la carretera Iquitos - Nauta, Km 58.**



**Foto N° 14: Formación Iquitos (Miembro inferior),  
cantera Rubiños, carretera Iquitos - Nauta, km 22.5.**

#### **A.6. Formación Iquitos -Miembro superior (Qpis-i)**

Ruegg y Rosenzweig (1949) describen depósitos de arenas blancas sobre secuencias de arcillitas y lignitos, que en su conjunto consideran pertenecientes a la Formación Pebas. Räsänen (1998) reporta en la localidad de Iquitos arenitas cuarzosas de tonalidad blanquecina, que yacen en forma erosional a la Formación Pebas, denominándolas Unidad Arenitas de Iquitos. Presenta una extensión aproximada de 6712 ha, que representa el 2,54% del área total.

Fue originada como producto de la erosión de las formaciones geológicas más antiguas que afloran en el área, Pebas, y principalmente Nauta. Se correlaciona con los depósitos sedimentarios que afloran en la Depresión de Ucamara, ríos Tigre y Corrientes por sus características litológicas.

Litológicamente está constituida por arenitas cuarzosas blancas a blanco-amarillentas, presentes en potentes bancos de 3 a 4 m, llegando en algunos casos hasta 10 m de espesor. También presenta material espódico, que muchas veces se comporta como una costra impermeable que retiene el agua del subsuelo, formando muchas veces verdaderos acuíferos. También contiene en sus niveles estructuras de sedimentación y deformación, esto debido a la intensa dinámica fluvial que alguna vez tuvieron los sistemas fluviales en el área. Asimismo, se reporta sedimentos conglomerados de tamaño de una guija, y secuencias de arenitas blancas de grano grueso.

Está distribuida en forma dispersa, en los alrededores de la ciudad de Iquitos y en el eje de la carretera Iquitos - Nauta hasta el km 35. Se encuentra conformando las terrazas altas ligeramente

disectadas. Por encontrarse suprayaciendo a la Formación Nauta (Plioceno-Pleistoceno) se le asigna una edad Pleistocena. En los muestreos de campo se ha identificado afloramientos típicos que se distribuyen ampliamente, especialmente a lo largo del eje carretero, desde la ciudad de Iquitos hasta el Km 35; otra claramente en el sector del km 54 (Foto 15) y en los sectores de Peña Negra, 13 de Agosto, km 11 al 14, donde existen las canteras de mayor producción de arena cuarzosa. Se ha generado una serie de columnas sedimentarias que reflejan la composición sedimentaria, tal como se muestra en las columnas sedimentarias Iquitos superior 1 y 2.

**COLUMNA SEDIMENTARIA - Iquitos superior 1**

**Ubicación Geográfica:**

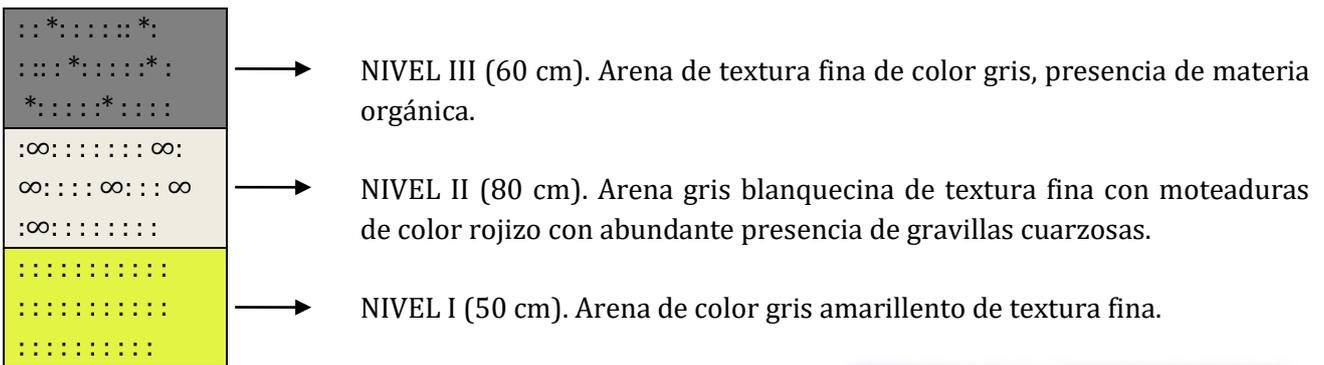
**Centro Poblado:** Carretera Iquitos - Nauta Km 54.

**Coordenadas:** 668049; 9531322

**Altitud:** 114 msnm

**Unidad Geomorfológica:** Colina Baja.

**Descripción:** Formación Iquitos (secuencia superior)



**Foto N° 15: Formación Iquitos (Miembro superior), eje de la carretera Iquitos- Nauta. Km, 54.**

**COLUMNA SEDIMENTARIA - Iquitos superior 2: (Perforación)**

**Ubicación Geográfica:**

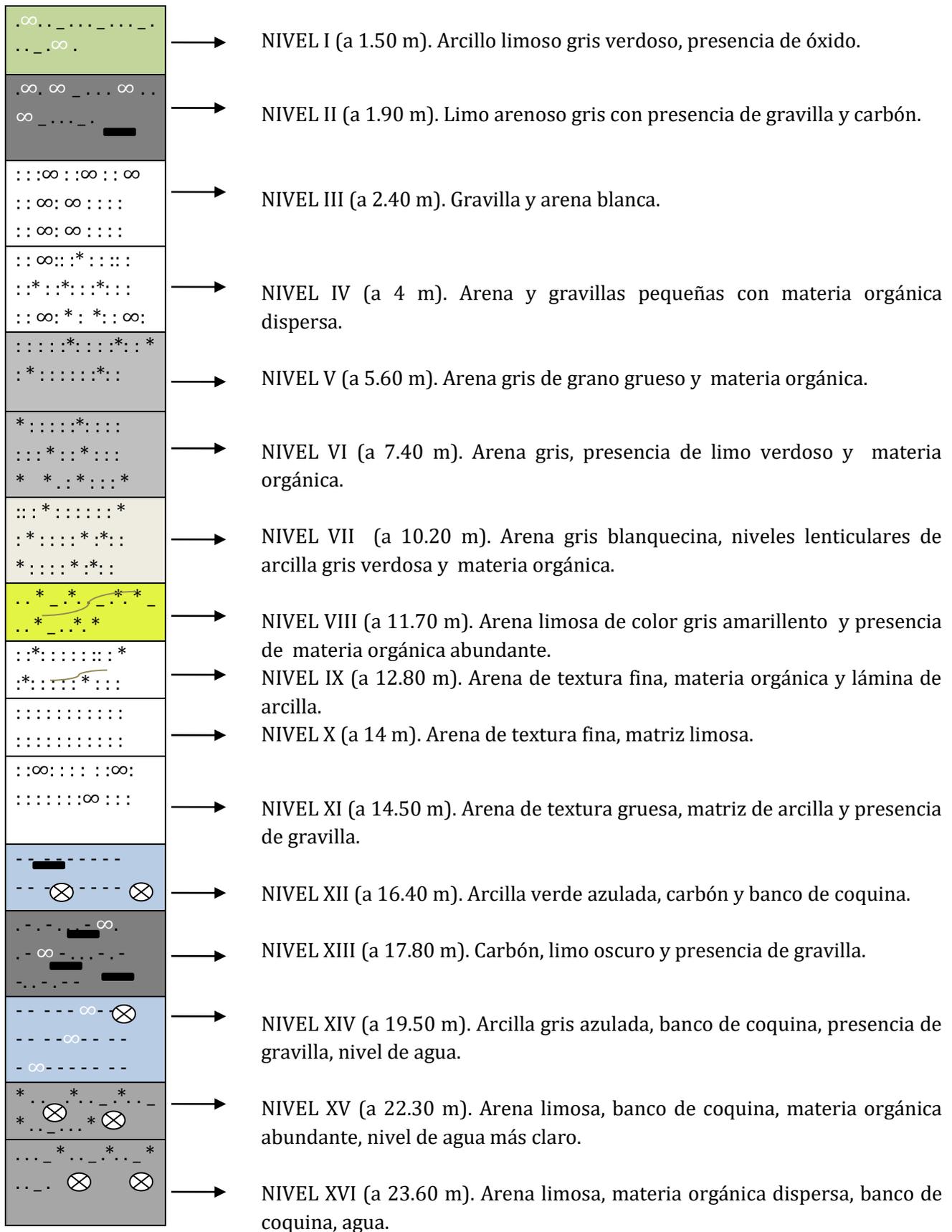
**Centro Poblado:** Carretera Paujil II zona. Km 35.5

**Coordenadas:** 668198; 9559322

**Altitud:** 137msnm

**Unidad Geomorfológica:** Colina Baja.

**Descripción:** Contacto entre las Formaciones Pebas (nivel inferior) e Iquitos (secuencia superior).



### A.7. Depósitos aluviales pleistocénicos (Qps-al)

Constituyen acumulaciones fluvio aluviales depositadas en el límite Pleistoceno - Holoceno, generadas por los sistemas fluviales y procesos de escorrentía que ocurrían durante ese periodo. Su constitución litológica la conforman materiales finos como arenas, limos y arcillas, de aspectos masivos y ligeramente cohesionados, que se intercalan con sedimentos limoarcillosos de tonalidad rojiza. Frecuentemente conforma terrenos con problemas de drenaje, representados por los niveles de terrazas medias de 8 a 15 metros de altura. Presenta una extensión aproximada de 1984 ha, que representa el 0,75% del área total. Se le ha localizado en los centros poblados de Santa Barbará, San Carlos y Buena Esperanza, en la cuenca del Itaya; además se le ha reconocido en los mismos lugares mediante la interpretación de las imágenes de satélite Rapideye.

En los trabajos de campo se han identificado afloramientos típicos e en las proximidades del centro poblado de San Juan de Munich (Foto 16), sector de la cuenca del Itaya, cercanías de la localidad de Nuevo Progreso (Foto 17) y en el centro poblado Luz del Oriente (Foto 18). Ambos afloramientos han permitido identificar estos depósitos, de los cuales se han generado columnas sedimentarias que reflejan su composición sedimentaria, tal como se muestra en las columnas sedimentarias Aluviales Pleistocénicos 1 y 2.

#### COLUMNA SEDIMENTARIA - Aluviales pleistocénicos 1

##### Ubicación Geográfica:

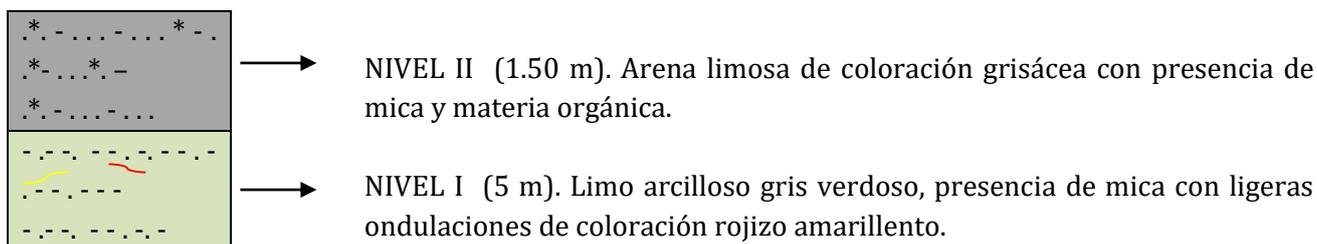
**Centro Poblado:** SAN JUAN DE MUNICH.

**Coordenadas:** 693082; 9580921

**Altitud:** 83 msnm.

**Unidad Geomorfológica:** Terraza Media.

**Descripción:** Depósitos aluviales pleistocénicos



**Foto N° 16: Depósitos aluviales antiguos, centro poblado de San Juan de Múnich, margen derecha del río Amazonas.**



**Foto N° 17: Depósitos aluviales antiguos, centro poblado Nuevo Progreso, margen derecha del río Itaya.**

### COLUMNA SEDIMENTARIA - Aluviales pleistocénicos 2

#### Ubicación Geográfica:

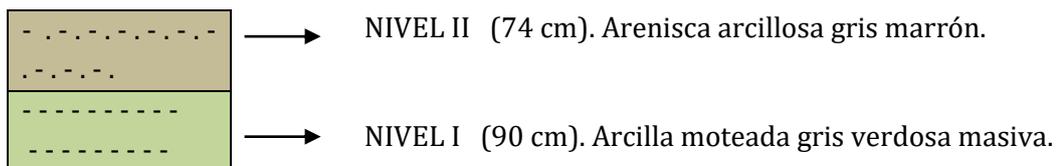
**Centro Poblado:** LUZ DEL ORIENTE.

**Coordenadas:** 651861; 9527587

**Altitud:** 102 msnm.

**U. Geomorfológica:** Terraza Baja

**Descripción:** Depósitos fluviales antiguos



**Foto N° 18:** Depósitos aluviales pleistocénicos, centro poblado de Luz del Oriente, margen izquierda del río Itaya.

### **A.8. Depósitos Palustres antiguos (Qph-pa)**

Esta unidad está asociada con otras unidades geológicas más antiguas. Su desarrollo está restringido a un medio reductor, con hidromorfismo casi permanente, con aguas muy superficiales de escasa profundidad, que llega a saturarse cuando ocurren periodos de intensa precipitación pluvial. Se tiene dos teorías en cuanto a su fase de formación: la primera corresponde a procesos endorreicos (cursos de agua abandonados por evapotranspiración), y la segunda se refiere a que se han constituido en zonas depresionadas, donde las aguas provenientes de las inundaciones aprovechaban el relieve. En ambos los materiales impermeables han tenido un factor preponderante para la sustentación y el desarrollo de este tipo de ambiente de sedimentación. Tienen una extensión aproximada de 1852 ha, que representa el 0,70% del área total.

Su conformación litológica está constituida por depósitos de turberas, limos y material arcilloso con abundante materia orgánica en estado de descomposición.

Se distribuyen en la margen izquierda del río Amazonas y en la margen derecha del río Nanay. Se encuentran conformando los sistemas de terrazas medias de drenaje muy pobre. En nuestro levantamiento de información de campo se ha reportado e identificado afloramientos típicos que se distribuyen especialmente en las proximidades del centro poblado de Moralillo (foto 19), y el sector de San Salvador de Omaguas, en las proximidades de Cabo López, entre otros, los que han permitido identificar estos depósitos.

De acuerdo a su posición estratigráfica (infrayacente) y por estar concordante con las formaciones subrecientes, se les asigna la edad Pleistoceno-holoceno.



**Foto N° 19: Depósitos palustres antiguos en el centro poblado de Moralillo.**

### **A.9. Depósitos fluviales canalizados antiguos (Qh-ca)**

Su origen está asociado con la dinámica fluvial, principalmente del río Amazonas, concretamente con las migraciones realizadas en épocas anteriores (Holoceno medio). Su reconocimiento se basa en la profundidad de los canales, los cuales forman los complejos de orillares antiguos que son muy utilizados para actividades agrícolas. Tienen una extensión aproximada de 10 392 ha, que representa el 3,94% del área total.

Su litología está compuesta por intercalaciones de arenitas y arcillitas, además de niveles muy superficiales de materia orgánica ligeramente consolidada.

Corresponden a sedimentos originados por los cambios de curso de los ríos, que en ocasiones generaban depósitos intercalados, cuando el curso principal se encontraba en esos sectores.

### **A.10. Depósitos fluviolacustres (Qh-fla)**

Su origen está asociado con las pulsaciones fluviales de los principales ríos de la penillanura de Loreto, entre los que se encuentran el Amazonas, el Marañón, el Nanay y el Itaya. Su acumulación está ligada a una ligera subsidencia que afectó a este sector de la penillanura, dejando consigo zonas ligeramente depresionadas que sirvieron de receptáculos o pequeños bacines de los sedimentos transportados por los sistemas fluviales, sobre todo en épocas de crecientes donde se originaban los procesos de inundación. Su forma depresionada también está asociado con la sobrecarga de los sedimentos más recientes, pues ello permitió ligeros hundimientos, generando por ello zonas hidromórficas. Tiene una extensión aproximada de 23 309 ha, que representa el 8,83% del área total.

Los ambientes combinados en los cuales se generaron estos depósitos, es decir, fluvial y lagunar, confirman que los depósitos están compuestos en la parte inferior por turbiditas y materia orgánica; mientras que en la parte superior se encuentra la mayor concentración de sedimentos de dimensión granulométrica más grande, como las arenitas, limos y esporádicamente arcillas acarreadas por los ríos.

Se localizan principalmente en las márgenes de los ríos que tienen un gran poder de cambiar su cauce, y dejan meandros y cochas abandonados, muchas veces desconectados del cauce principal. Sus materiales sedimentarios están compuestos por depósitos de turba, materia orgánica y arcillitas grises, todos los cuales configuran una zona hidromórfica. En nuestro levantamiento de información de campo se ha reportado e identificado afloramientos típicos que se distribuyen especialmente en las proximidades del centro poblado Samaria II Zona (foto 16), sector de la cuenca Itaya, cercanías de la localidad de Nuevo Progreso (foto 20) y en sectores bajos donde tiene influencia el río Amazonas y el sector bajo del río Itaya. Los afloramientos identificados han permitido reconocer estos depósitos. En la columna sedimentaria Fluviolacustres 1 se muestra la secuencia sedimentaria típica de esta unidad. Conforman las llamadas cubetas depresionadas fluviales lacustres o terrazas bajas de drenaje pobre y muy pobre, las cuales albergan especies de comunidades vegetales conocidas como “aguajales”.

En nuestro levantamiento de información de campo fueron realizados los análisis correspondientes a los depósitos fluviolacustres, entre los que tenemos:

**Foto N° 20: Depósitos fluviolacustres en el centro poblado de Samaria II Zona**



**COLUMNA SEDIMENTARIA - Fluviolacustres 1**

**Ubicación Geográfica:**

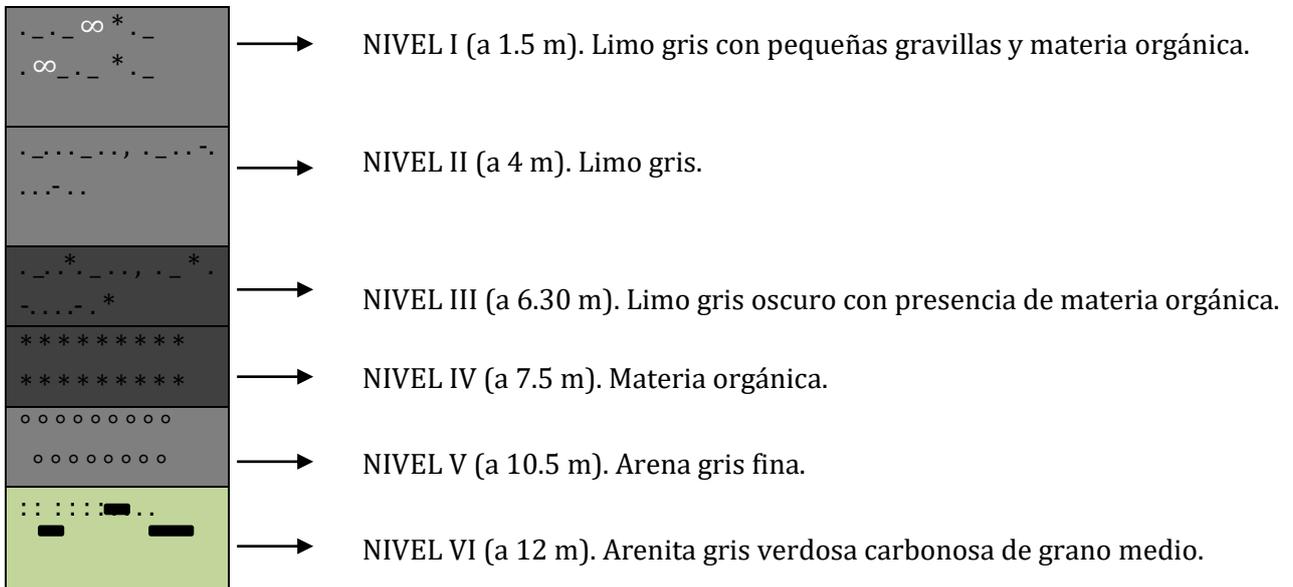
**Centro Poblado:** SAMARIA II ZONA

**Coordenadas:** 689573; 9546123

**Altitud:** 104 msnm

**Unidad Geomorfológica:** Terraza Baja.

**Descripción:** Depósitos Fluvio-Lacustres



**A.11. Depósitos palustres recientes (Qh-pr)**

El desarrollo sedimentario está restringido a un medio reductor, con hidromorfismo casi permanente, con aguas superficiales con relativa profundidad, que difícilmente se saturan en periodos de intensa precipitación pluvial, por el hecho de que ésta es de reciente formación. Se tiene dos teorías en cuanto a su fase de formación: según la primera corresponde a procesos endorreicos (cursos de agua abandonados por evapotranspiración), y según la segunda se trata de zonas depresionadas, donde las aguas provenientes de las inundaciones aprovechaban su relieve. En ambos casos, los materiales impermeables han tenido un factor preponderante para la sustentación y el desarrollo de este tipo de ambiente de sedimentación. Tienen una extensión aproximada de 1 525 ha, que representa el 0,58% del área total.

Su conformación litológica está constituida por limos, arcillas amarillentas y moteadas con abundante materia orgánica en estado de descomposición.

Su distribución está restringida en la margen izquierda del río Amazonas. Se encuentran conformando los sistemas de terrazas bajas de drenaje muy pobre.

De acuerdo a su posición estratigráfica y por estar concordante en forma infrayacente con las formaciones subrecientes se les asigna la edad Cuaternario-Holocénica.

**A.12. Depósitos fluviales canalizados recientes (Qh-cr)**

Su origen está asociado a la dinámica fluvial, principalmente del río Amazonas, de migraciones realizadas en épocas recientes (Holoceno superior). Su reconocimiento se basa en la poca profundidad de los canales, que se encuentran muchas veces saturados de agua, los cuales forman los complejos de orillares recientes. Presentan una extensión aproximada de 8029 ha, que representa el 3,04% del área total.

Su litología está compuesta por intercalaciones de arenitas y arcillitas, además de niveles muy superficiales de materia orgánica inconsolidada.

Corresponden a sedimentos originados por los cambios de curso de los ríos, que en ocasiones generaban depósitos intercalados cuando el curso principal se encontraba en esos sectores. Se ha reconocido un afloramiento típico en el centro poblado de San Miguel, margen izquierda del río Amazonas (foto 21).



**Foto N° 21: Depósitos fluviales canalizados recientes, en el centro poblado de San Miguel, margen izquierda del río Amazonas.**

### **A.13. Depósitos fluviales recientes (Qh-fl)**

Corresponden a depósitos fluviales Holocénicos, producto de la erosión de las secuencias Neógenas y Pleistocénicas, y la sedimentación en las cubetas depresionadas. Generalmente se encuentran conformando las terrazas bajas con drenaje imperfecto y moderado; asimismo, conforman las playas o bancos de arena, y las terrazas bajas inundables e islas. Su litología está compuesta de limos, arcillas y arenas en menor proporción, y presenta niveles inconsolidados. Tiene una extensión aproximada de 47 501 ha, que representa el 17,99% del área total.

Se distribuyen principalmente en las márgenes de los ríos Nanay, Itaya y Amazonas y demás tributarios menores, y se los encuentra en contacto con los depósitos fluviolacustres, aunque en otros sectores se los encuentra suprayaciendo a las formaciones Pebas, Nauta e Iquitos. En muchos sectores del área de estudio se encuentran afloramientos compuestos por arenitas de grano fino feldespático de tonalidad gris, distribuidos en forma amplia. Uno de los lugares típicos de estos afloramientos se encuentra en las cercanías del centro poblado Luz del Oriente, margen izquierda del río Itaya (foto 22).



**Foto N° 22: Depósitos fluviales recientes, cerca al centro poblado de Luz del Oriente, margen izquierda del río Itaya.**

### **3.1.2. GEOLOGÍA HISTÓRICA**

La morfología actual se ha ido modelando debido a los grandes procesos sedimentológicos, tectónicos y geodinámicos que afectaron a las unidades geológicas depositadas en diferentes periodos. Estos procesos fueron definidos mediante estudios de sismica y perforaciones realizadas por compañías petroleras e instituciones relacionadas con estudios geológicos, como INGEMMET, INRENA, PETROPERU, entre otros, los que permitieron conocer la estratigrafía subterránea y de superficie.

El desarrollo del área de estudio está vinculado a las diversas orogenias y levantamientos epirogénicos que se manifestaron desde el Cretáceo. La ocurrencia de muchos de estos eventos permitió la generación de la gran cubeta amazónica y la posterior sedimentación de ingentes cantidades de materiales diversos.

Durante el Mioceno se suscitaron los eventos tectónicos, denominados Fase Intrapliocénica o Fase Quichuana, la cual presentó una estrecha relación con la sedimentación en la Cuenca Oriental (Cuenca Amazónica), dando lugar a una sedimentación de tipo lacustrino, con incursiones marinas que caracterizan a la Formación Pebas.

La acumulación de sedimentos continentales continúa a gran escala durante el Plioceno hasta el Pleistoceno Inferior, periodos caracterizados por presentar secuencias de limoarcillitas y areniscas arcillosas de color pardo rojizo, correspondiendo a la Formación Nauta. El levantamiento de la Cordillera de los Andes prosiguió hasta fines del Pleistoceno, y a su vez se desarrolló una intensa actividad erosiva de las secuencias Mesozoicas, Miocénicas y principalmente Pliocénicas (formación Nauta) que dieron lugar a secuencias arenosas cuarzosas de coloración blanquecina a rosada, las cuales se encuentran distribuidas sobre pequeñas depresiones, denominándose Formación Iquitos.

Finalmente la acción erosiva continúa en el Cuaternario, originando una cubierta de sedimentos más recientes de edad Holocénica y una cobertura boscosa bastante densa.

### **3.1.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

Las características litológicas, así como la gran diversidad de los relieves y los comportamientos estructurales fueron definidas mediante la interpretación de las imágenes de satélite ROPYDEYE, resolución de 5 m y datos analizados de los muestreos de campo. Las características geomorfológicas fueron correlacionadas con los rasgos estructurales, como fallas, plegamientos y fracturas, que optimizo los análisis de los procesos tectónicos ocurridos en el ámbito de estudio (Figura 3).

Entonces, la configuración actual del área de estudio fue el resultado de los diferentes eventos tectónicos polifásicos producidos desde el Neoproterozoico (400 a 600 MA) hasta comienzos del Cuaternario. Estas estructuras de levantamiento y hundimiento de bloques, han controlado la sedimentación y deformación de las secuencias sedimentarias mesozoicas-cenozoicas, buscando siempre un equilibrio tectónico y ecológico dentro de la Llanura Amazónica.

#### **A. Unidades tectónicas**

Los diferentes y prolongados periodos de la orogénesis de la Guyana, así como la más reciente orogénesis andina, han desarrollado en la región Amazónica una configuración estructural en bloques. Los resultados son la formación de varias subcuencas depresionadas, como las del Nanay y el Itaya, que posteriormente fueron rellenadas con sedimentos, originando los valles emergentes del cuaternario holocénico. Estos procesos se manifestaron desde épocas del Terciario inferior hasta el Cuaternario reciente.

El análisis de las imágenes de satélite revela el comportamiento principal de la red de drenaje proporcionando datos de la existencia y orientación de las fracturas y fallas, los cuales es difícil identificar en sectores con alta densidad de bosques y en unidades geológicas recientes.

En el área Iquitos-Nauta se puede diferenciar dos unidades morfoestructurales, que están en estrecha relación con las secuencias evidentes en el subsuelo y en la superficie.

MAPA TECTÓNICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA

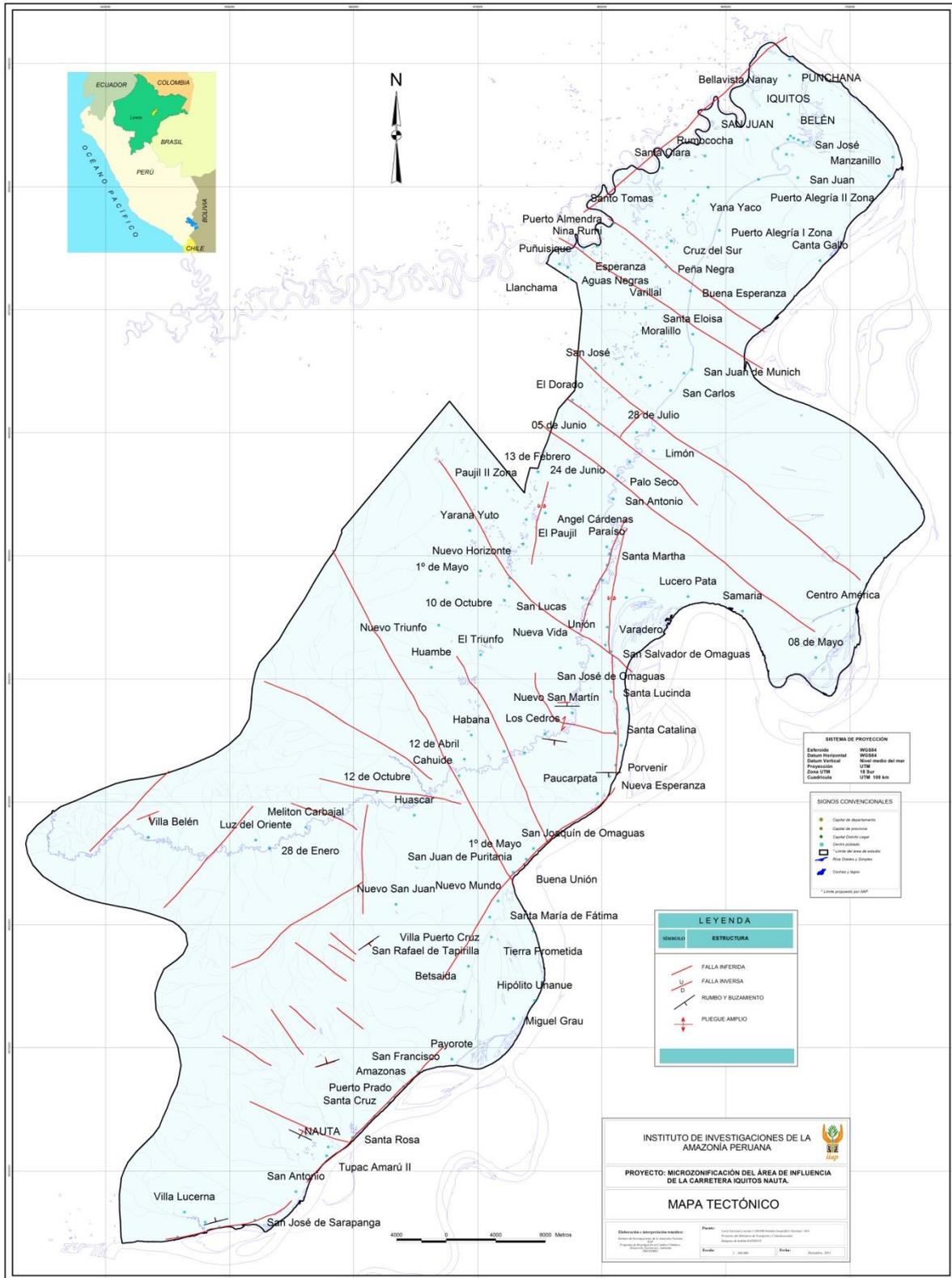


Figura N° 03: Mapa tectónico del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.

### A.1. Alto de Iquitos o Arco de Iquitos

Esta unidad morfoestructural se constituye en una estructura relevante, interpreta como de importancia por ejercer una forma de control en todo el sistema que conforman los ríos Amazonas, Marañón, Nanay e Itaya. Asimismo, esta estructura, controla el equilibrio ecológico de los diferentes ecosistemas que existe en el ámbito de la carretera Iquitos - Nauta. Con límites con la cuenca del Pastaza-Marañón al Oeste y por la depresión del Putumayo al Noreste, este rasgo estructural es un levantamiento del basamento cristalino y constituye una de las prolongaciones del extremo suroccidental del Escudo de Guayana, que se origina probablemente a comienzos del periodo Paleozoico (180 a 300 MA) y su receso se manifestó a fines del cretáceo (80 a 100 MA). Este efecto ha sido corroborado por muestreo de sondaje sísmico (PETROPERU, 1980), donde se reporta que en el sector de la cuenca del río Napolas secuencias cretáceas se acuñan y presenta poco espesor.

El continuo levantamiento epirogénico del Alto de Iquitos ha controlado la sedimentación el sector, desde épocas paleozoicas, con reactivaciones hasta el Cuaternario actual. Su influencia abarca casi en su totalidad el área de estudio, y su dirección predominante es de NO-SE (Figura 4).



**Figura N° 04:** Localización del arco de Iquitos en el área de estudio, donde se denota su influencia geotectónica. Jaimes, 2012, adaptado por CastroW.

#### a.1.1. Fallas de Rumbo NO-SE

Las grandes unidades morfoestructurales, como la depresión del Putumayo y el Arco de Iquitos, que son bloques levantados y hundidos, son consecuencia de una relación directa de las fallas, que en las imágenes de satélite son bien marcadas y delineadas. Estas fallas han sido muchas veces las responsables de los cambios de cursos fluviales, así como de los cambios relativos posicionales de las unidades litoestratigráficas, que algunas de ellas siguen un rumbo preferencial principalmente NE-SO y esporádicamente NO-SE.

### **a.1.2. Fallas inversas**

Estas corresponden a fallas del Cuaternario, es decir, a las últimas etapas tectónicas (neotectónica) que han afectado las secuencias terciarias y cuaternarias en la Amazonía baja. Su desarrollo ha puesto a las secuencias de la Formación Pebas con la Formación Iquitos; esto se ha corroborado mediante la perforación que se realizó en el sector El Paujil II Zona, donde se ha encontrado a las arenitas en contacto con los bancos de coquina. Otro indicio se ubica en las proximidades de la localidad de San Salvador de Omaguas, donde se evidencia con el contacto de las formaciones Nauta inferior, Pebas y los depósitos fluviales recientes. Su orientación es NE-SO, por lo que se supone que es posterior a los lineamientos o fallas de rumbos, que presentan rumbos contrarios.

### **a.1.3. Pliegues abiertos o amplios**

Su desarrollo también está relacionado con la neotectónica, cuya intensidad y ocurrencia fue leve. Ello se concluye en la formación de pliegues amplios alargados, donde el buzamiento de las formaciones Pebas y El Porvenir muestran leves inclinaciones. Hay evidencia de un pliegue anticlinal de leve inclinación entre los sectores San Martín y Los Cedros, donde se ha medido buzamientos de 5°NO y 10° SE, lo que ha permitido establecer la presencia de esta estructura geológica.

### **3.1.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA**

Se ha localizado e identificado yacimientos minerales metálicos (auríferos, aunque no se ha reportado en este estudio) y no metálicos prospectables; asimismo se ha reportado, mediante información de PERU PETRO, los lotes petroleros actualmente en etapa de exploración. Para este caso se ha seguido con la información secundaria recopilada acerca de los prospectos mineros identificados y los lotes petroleros otorgados por el Ministerio de Energía y Minas. En otros casos, especialmente para los recursos mineros no metálicos, se ha tenido poca información de la entidad rectora, pues no existe aún la formalidad debida para el inicio de explotación de las canteras, especialmente de arenas y arcilla, por lo cual se ha identificado in situ los potenciales mineros actualmente en explotación. La Figura 5 muestra el mapa correspondiente a los potenciales recursos no renovables que existen en el área de estudio.

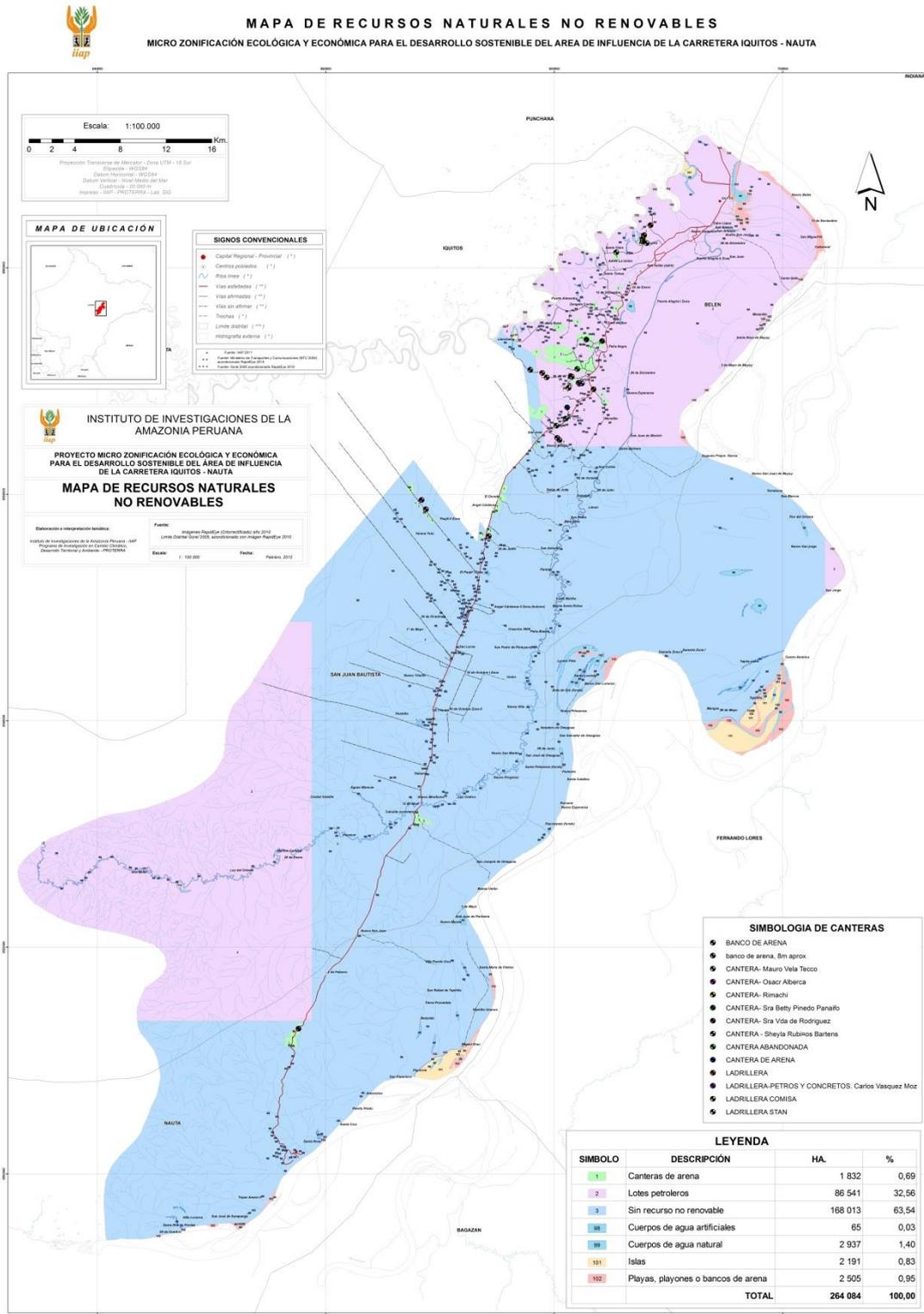


Figura N° 05: Mapa de geología económica del área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.

**A. Recursos hidrocarburíferos**

En el área de estudio se presentan tres lotes concesionados por el Estado (Tabla 7); se ha establecido la etapa de exploración de la siguiente manera: el Lote 122 entregado a la empresa Gran Tierra Energy (abarca 492 mil 766 hectáreas entre Nanay, Punchana, Mazán, Belén, Iquitos y San Juan); el Lote 128 (geográficamente abarca Fernando Lores-Indiana, más GTE refiere que se ubica en el Marañón). Dicha transacción estará siendo aprobada por el Gobierno.

En el lote 122 la empresa mencionada realiza estudios de prospección sísmica 2D y la perforación de pozos estratigráficos, con fines de obtener información geológica. Este proyecto fue aprobado el 29 de setiembre de 2010 y la empresa se encuentra trabajando en la ejecución correspondiente a la etapa de exploración.

El lote 128 está siendo ha sido concesionado a la empresa GRAN TIERRA ENERGY, la cual dio por iniciadas sus operaciones el 8 de febrero del 2011 en Kanatari-1, con un pozo de exploración localizado entre las provincias de Maynas, Requena y Ramón Castilla, del departamento de Loreto.

**Tabla N° 07**  
**Lotes petroleros dentro del área de estudio**

LOTE_	LEYENDA_	EMPRESA_	AREA (ZEE) ha
122	VIGENTE	GRAN TIERRA ENERGY	3934.156
124	VIGENTE	BURLINTON	4391.232
128	VIGENTE	GRAN TIERRA ENERGY	2,371
128	VIGENTE	GRAN TIERRA ENERGY	53.631

**B. Recursos minerales auríferos**

Se tiene conocimiento de que en las cabeceras del río Nanay se ha reportado mineral aurífero, especialmente en las zonas colinosas, cuyo origen esté probablemente en las depositaciones aluviónicas que corresponden a la Formación Nauta, y que en el sector podrían tener cierta relevancia como oro aluvial. Estos datos pueden tener asidero por el hecho de que anteriormente han venido operando algunas dragas en el curso medio y bajo del río.

Su ubicación se explica por el arranque y transporte de los sistemas fluviales antiguos que depositaron este material en lo que ahora se configura como la microcuenca de Nanay (especialmente). Aún cuando no se ha determinado explotaciones o exploraciones en el área, se recomienda tener mucho cuidado en realizar tal actividad por el hecho de tener alta sensibilidad a la intervención antrópica, que podría acarrear problemas ambientales y económicos de proporciones considerables, ya que la cuenca del Nanay abastece de agua a la ciudad de Iquitos.

### **C. Recursos minerales no metálicos**

En el área existe un potencial medio de minerales no metálicos, especialmente de arcilla y arena.

La metodología establecida para obtener información de estos minerales consistió en excavar pozos mediante un barrenado manual con motor incorporado, que puede perforar entre 15 y 25 metros de profundidad, con tubos de acople de 1.5 m de largo y 4 pulgadas de diámetro; adicionalmente va acoplada una bomba de agua con motor para inyectar agua, lo que permite facilitar la perforación.

En este contexto se siguió los siguientes pasos:

#### **Identificación y localización de canteras o yacimientos mineros**

Esto se realizó según datos referenciales que se tiene en el eje de la carretera Iquitos - Nauta, y datos geológicos que han permitido identificar la posición de unidades geológicas, como las formaciones Iquitos y Nauta, que presentan alto potencial de arena y arcilla respectivamente. Los puntos establecidos para obtener información de estos potenciales mineralógicos son los siguientes:

- Cedros km 14.
- Carretera Iquitos - Nauta km. 25
- Cedros - Varillal
- Carretera Iquitos - Nauta km. 11
- Varillal

Asimismo, se tomaron como referencias las canteras que se encuentran actualmente se encuentran como petitorios mineros, tal como se observa en la tabla 8.

**Tabla N° 08**

**Descripción de describe los nombres de las canteras que se encuentran en petitorio minero y sus respectivas coordenadas.**

PETITORIOS MINEROS	COORDENADAS EN UTM	
	ESTE	NORTE
1. Guillen Pinedo	18 M 0684537	UTM 9'573342
2. Abelardo Panaifo	18 M 0682855	UTM 9'573806
3. Cesar Arce	18 M 0682855	UTM 9'573803
4. Sr. Brashico	18 M 0682981	UTM 9'574892
5. Don pollo	18 M 0684545	UTM 9'572090
6. Pionera II	18 M 0683386	UTM 9'572294
7. Pionera I *	18 M 0683284	UTM 9'572258
8. Sr. Andres	18 M 0682715	UTM 9'571012
9. Sr. Valqui	18 M 0682368	UTM 9'571462
10. Lantananza	18 M 0683254	UTM 9'571768
11. Sr. Oscar Alberca *	18 M 0682442	UTM 9'570086
12. Roger Chong	18 M 0681830	UTM 9'560018
13. Sr. Flores Rimachi *	18 M 0681216	UTM 9'569450
14. Sr. Mauro Vela *	18 M 0682452	UTM 9'569916
15. Sr. Rubiños Bartens *	18 M 0683558	UTM 9'564528
16. Km 28	18 M 0685254	UTM 9'560068
17. Km 29.90	18 M 0684545	UTM 9'558298

Fuente: Dirección Regional de Energía y Minas.

### **Muestreo de canteras o yacimientos mineros no metálicos.**

En los lugares mencionados fueron tomados registros sedimentarios (espesor de las capas, profundidad, calidad del material y humedad relativa). Para el efecto fueron tomadas muestras (cada metro) de 1 kg cada una. Si la muestra fue compleja de analizar, entonces su análisis se realizó en laboratorio.

### **Cubicación de los volúmenes minerales no metálicos**

La cubicación de reservas consiste en la determinación de la cantidad y calidad del mineral, en relación con la calidad comercial de dicha sustancia. Con los datos obtenidos de profundidad, área de la cantera y calidad del mineral se estimará su potencial minero no metálico.

La metodología que permitió determinar este tipo de información consistió en la ejecución de las labores mineras o perforaciones. Para este cometido fueron ubicados los límites del cuerpo mineral en las tres dimensiones, determinando la forma del yacimiento. Utilizando métodos y fórmulas adecuadas se calcula el volumen del yacimiento. Luego se puede determinar el peso específico de la sustancia,

para calcular finalmente la cantidad expresada en toneladas (en algunos casos se expresan en metros cúbicos).

La cantidad de mineral, con su calidad promedio determinada, constituye lo que se llama las reservas o potencial de la cantera.

Existen distintas formas de clasificar a las reservas y recursos de los yacimientos. La forma más sencilla de explicar es la siguiente:

- **Reservas medidas, positivas o probadas.** Son las realmente comprobadas con un ínfimo porcentaje de error, y las únicas que sirven para fundamentar cálculos económicos serios acerca de la futura explotación.
- **Reservas probables o indicadas.** Generalmente son una extensión de las anteriores sobre las que hay una importante inseguridad acerca de su cantidad y calidad. En muchos casos se incluye el 50% de estas reservas en los cálculos económicos.
- **Reservas posibles, inferidas o supuestas.** Es una cantidad de mineral que solamente se supone que existe.

Para nuestro caso sólo se realizó la primera prueba, por la sencilla razón de que se necesitaría otro tipo de logística, con pruebas más específicas, y personal más calificado para este tipo de prospección.

### **c.1. Arenas**

Estos depósitos se manifiestan especialmente donde afloran las secuencias litológicas de las formaciones Iquitos y Nauta, pues dentro de su composición litológica éstas presentan alto contenido de arenitas cuarzosas de tonalidades blancas y rosadas (adquieren esta tonalidad materiales que han sufrido procesos de oxidación por el contacto con las arcillas) de grano fino a grueso, teniendo también en su composición niveles de gravillas, las cuales pueden ser explotadas como hormigón. Estos yacimientos de arena se hallan dispersos desde la localidad de Iquitos hasta el Km 35 de la carretera Iquitos Nauta, donde se expone la Formación Iquitos. También se presentan en los alrededores de la localidad de Nauta, donde se expone el nivel superior de la Formación Nauta. Podemos mencionar las localidades de Varillal, Los Cedros (fotos 23, 24 y 27), sector km 25 (foto 25), sector km 11 (foto 26), entre otros, donde afloran estos yacimientos con buen potencial.

Las arenas poseen una gran variedad en cuanto a tamaño granulométrico, pues van desde gravillas hasta arenas gruesas y arenas finas. Existe un alto potencial, aunque no determinado por estar cubierto por la vegetación; por eso es preciso indicar que solamente estamos indicando el potencial del recurso aflorante y observado, por lo que no recomendamos efectuarlo sin previo análisis socioeconómico y ambiental.

Para ello se ha levantado información de campo, y se ha identificado varias canteras; la mayor parte se encuentra en estado de explotación y otras en abandono o que han sido totalmente explotadas

(recurso agotado). En nuestro análisis se tiene en cuenta la ubicación, el tipo de explotación y la etapa, y se estima mediante cálculo matemático simple el volumen probado de la cantera (aproximadamente).

Las más importantes se encuentran en el eje de la carretera Iquitos - Nauta. En este análisis hemos aplicado la información proporcionada por los propietarios o levantada por el equipo del IIAP; se ha realizado los cálculos respectivos del potencial de cada cantera y se ha estimado su valor comercial. A continuación calcularemos las canteras más importantes del área de estudio:

**1. CANTERA: OSCAR ALBERCA**

**Foto N° 23: Cantera de propiedad del señor Oscar Alberca en el centro poblado Los Cedros km 14.**



- **Propietario:** OSCAR ALBERCA.
- **Ubicación:** LOS CEDROS km 14.
- **COORDENADAS:** 682019- 9569896
- **Altura:** 124 msnm.
- **Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.
- **Descripción de la cantera:**
  - a) Superficie de explotación: 8 ha.
  - b) Tiempo de explotación: 3 años.
  - c) Venta de arena en la ciudad: De S/. 120.00 a 140.00
  - d) Extracción diaria (camiones): De 6 a 7.
  - e) Cuenta con dos camiones propios.
  - f) Volumen de los camiones: 16 m<sup>3</sup> y 17 m<sup>3</sup>.
  - g) Volumen explotado al día: De 96 m<sup>3</sup> a 119 m<sup>3</sup>.
  - h) Altura de la cantera: 2.5 m.
  - i) El personal no cuenta con equipo de protección.
  - j) La extracción se realiza de forma mecanizada.
  - k) Maquinaria que utiliza: 1 Cargador Frontal y 1 Tractor de Oruga.
  - l) Personal que trabaja: 13 personas.
  - m) Pago por persona al día: S/. 25.00

Para esta cantera se ha estimado un volumen de extracción calculado mediante la ecuación:  $V = Axh$ ; donde A= área de la cantera; h= profundidad o espesor de la cantera y V= volumen estimado y probado.

$$1 \text{ ha} \text{ ----- } 10,000 \text{ m}^2$$

$$8 \text{ ha} \text{ ----- } x$$

$$X = 10,000 \text{ m}^2 * 8 \text{ ha.} = 80,000 \text{ m}^2$$

$$\text{-----}$$

$$1 \text{ ha}$$

$$X = 80,000 \text{ m}^2 * 2.5 \text{ m} = 200\,000 \text{ m}^3.$$

La cantidad aproximada de arena ubicada dentro de la cantera del señor Oscar Alberca es de 200 000 m<sup>3</sup>.

Dentro de la información obtenida, nos indican que el volumen explotado durante el día es de 96 a 119 m<sup>3</sup>.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ -----} 96 \text{ m}^3 \\ 30 \text{ días (1 mes)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} X = 96 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 3\,456 \text{ m}^3 \\ \text{-----} \\ 1 \text{ día} \end{array}$$

El volumen de arena explotado dentro de la cantera del señor Oscar Alberca durante el mes es de 3 456 m<sup>3</sup>.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ -----} 119 \text{ m}^3 \\ 30 \text{ días (1 mes)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} X = 119 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 3\,570 \text{ m}^3 \\ \text{-----} \\ 1 \text{ día} \end{array}$$

El volumen de arena explotado dentro de la cantera del señor Oscar Alberca durante el mes es de 3 570 m<sup>3</sup>.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ -----} 96 \text{ m}^3 \\ 365 \text{ días (1 año)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} X = 96 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 35\,040 \text{ m}^3 \\ \text{-----} \\ 1 \text{ día} \end{array}$$

El volumen de arena explotado dentro de la cantera del señor Oscar Alberca durante el mes es de 35 040 m<sup>3</sup>.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ -----} 119 \text{ m}^3 \\ 365 \text{ días (1 año)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} X = 119 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 43\,435 \text{ m}^3 \\ \text{-----} \\ 1 \text{ día} \end{array}$$

El volumen de arena explotado dentro de la cantera del señor Oscar Alberca durante el año es de 35 040 m<sup>3</sup> a 43 435 m<sup>3</sup>.

**2. CANTERA: DANIEL FLORES.**



**Foto N° 24: Canteras de propiedad del señor Daniel Flores Rimachi, entre los centros poblados Cedros - Varillal, km 14 del eje de la carretera Iquitos - Nauta.**

- **Propietario:** DANIEL FLORES RIMACHI.
- **Ubicación:** LOS CEDROS-VARILLAL, km 14 CARRETERA IQUITOS - NAUTA.
- **Coordenadas:** 681221; 9569466
- **Altura:** 125 msnm.
- **Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.
- **Descripción de la cantera:**
  - a) Superficie de explotación: 4 ha.
  - b) Tiempo de explotación: 4 meses.
  - c) Venta de arena en la cantera: S/. 70.00
  - d) Venta de arena en la ciudad: De S/. 280.00 a 350.00
  - e) Extracción diaria (camiones): 15.
  - f) Volumen del camión: 16 m<sup>3</sup>.
  - g) Volumen explotado al día: 240 m<sup>3</sup>.
  - h) Altura de la cantera: 7-8 m.
  - i) El personal no cuenta con equipo de protección.
  - j) La extracción se realiza en forma mecanizada.
  - k) Maquinaria que utiliza: 1 Cargador frontal.
  - l) Personal que trabaja: 6 personas.
  - m) Pago por persona al mes: S/. 1500.00

**1 ha ----- 10,000 m<sup>2</sup>**

**4 ha ----- x**

**X = 10,000 m<sup>2</sup> \* 4 ha = 40,000 m<sup>2</sup>**

-----  
**1 ha**

**X = 40,000 m<sup>2</sup> \* 8 m = 320,000 m<sup>3</sup>.**

La cantidad aproximada de arena ubicada dentro de la cantera del señor Daniel Flores Rimachi es de 80,000m<sup>3</sup>.

De acuerdo con la información obtenida, el volumen explotado durante el día es de 240 m<sup>3</sup>.

**1 día -----240 m<sup>3</sup>.**

**30 días (1 mes) ----- x**

$$X = 240 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 7\,200 \text{ m}^3.$$

-----

**1 día**

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Daniel Flores Rimachi durante el mes es de 7 200 m<sup>3</sup>.

**1 día ----- 240 m<sup>3</sup>**

**365 días (1 año) ----- x**

$$X = 240 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 87\,600 \text{ m}^3$$

-----

**1 día**

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Daniel Flores Rimachi durante el año es de 87 600 m<sup>3</sup>.

**3. CANTERA: SHEYLA RUBIÑOS.**



**Foto N° 25: Cantera de propiedad de la señora Sheyla Rubiños Bartens, en el eje de la carretera Iquitos - Nauta Km 25.**

- **Propietario:** SHEYLA RUBIÑOS BARTENS.
- **Ubicación:** CARRETERA IQUITOS - NAUTA. Km 22.5.
- **Coordenadas:** 678358; 9564528
- **Altura:** 125 msnm.
- **Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.
- **Descripción de la cantera:**

El propietario tiene contrato con la empresa china por 1 año.

- a) Superficie de explotación: 8 ha.
- b) Tiempo de explotación: 5 meses.
- c) Extracción diaria (camiones): 40.
- d) Volumen del camión: 16 m<sup>3</sup>.
- e) Volumen explotado al día: 640 m<sup>3</sup>.
- f) Altura de la cantera: 3 m.
- g) El personal cuenta con equipo de protección pero no lo utilizan.
- h) La extracción se realiza en forma mecanizada.
- i) Maquinaria que utiliza: 1 Cargador Frontal y 1 Tractor de Oruga.
- j) Personal que trabaja: 4 personas.

$$1 \text{ ha} \text{-----} 10,000 \text{ m}^2$$

$$7 \text{ ha} \text{-----} x$$

$$X = 10,000 \text{ m}^2 * 7 \text{ ha} = 70,000 \text{ m}^2.$$

$$\text{-----}$$

$$1 \text{ ha}$$

$$X = 70,000 \text{ m}^2 * 3 \text{ m} = 210,000 \text{ m}^3.$$

La cantidad aproximada de arena ubicada dentro de la cantera de la señora Sheyla Rubiños es de 210 000 m<sup>3</sup>.

Dentro de la información obtenida, nos indican que el volumen de arena explotado durante el día es de 640 m<sup>3</sup>.

**1 día ----- 640 m<sup>3</sup>**

**30 días (1 mes) ----- x**

$$X = 640 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 19\,200 \text{ m}^3$$

-----

**1 día**

El volumen de arena explotada dentro de la cantera de propiedad de la señora Sheyla Rubiños durante el mes es de 19 200 m<sup>3</sup>.

**1 día ----- 640 m<sup>3</sup>**

**365 días (1 año) ----- x**

$$X = 640 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 233\,600 \text{ m}^3.$$

-----

**1 día**

El volumen de arena que podría ser explotada dentro de la cantera de propiedad de la señora Sheyla Rubiños durante un año es de 233 600 m<sup>3</sup>.

**4. CANTERA: RICARDO RIBEYRO.**



**Foto N° 26: Cantera de propiedad del señor Ricardo Ribeyro, en el eje de la carretera Iquitos - Nauta Km 11.**

- **Propietario:** RICARDO RIBEYRO.
- **Ubicación:** CARRETERA IQUITOS- NAUTA Km 11.
- **Coordenadas:** 683219; 9572141
- **Altura:** 135 msnm.
- **Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.
- **Descripción de la cantera:**
  - a) Superficie de explotación: 8 ha.
  - b) Tiempo de explotación: 1 año.
  - c) Venta de arena en la ciudad: De S/. 270.00 a 330.00
  - d) Extracción diaria (camiones): De 45 a 60 como máximo.
  - e) Volumen del camión: 17 m<sup>3</sup>.
  - f) Volumen explotado al día: 765 m<sup>3</sup> a 1020 m<sup>3</sup>.
  - g) Altura de la cantera: 5 m.
  - h) El personal no cuenta con equipo de protección.
  - i) La extracción se realiza en forma mecanizada.
  - j) Maquinaria que utiliza: 1 Cargador Frontal
  - k) Personal que trabaja: 3 personas.
  - l) Pago por persona a la semana: S/. 400.00

**1 ha ----- 10,000 m<sup>2</sup>**

**8 ha ----- x**

$$X = 10,000 \text{ m}^2 * 8 \text{ ha} = 80,000 \text{ m}^2$$

-----

**1 ha**

$$X = 80,000 \text{ m}^2 * 5 \text{ m} = 400\,000 \text{ m}^3$$

La cantidad aproximada de arena ubicada dentro de la cantera del señor Ricardo Ribeyro es de 350 000 m<sup>3</sup>.

De acuerdo con la información obtenida, el volumen de arena explotado durante el día es de 765 a 1 020 m<sup>3</sup>.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ ----- } 765 \text{ m}^3 \\ 30 \text{ días (1 mes)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$X = 765 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 22\,950 \text{ m}^3$$

-----

1 día

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Ricardo Ribeyro es de 22950 m<sup>3</sup> durante el mes.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ ----- } 765 \text{ m}^3 \\ 365 \text{ días (1 año)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$X = 765 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 279\,225 \text{ m}^3$$

-----

1 día

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Ricardo Ribeyro es de 279 225 m<sup>3</sup> durante el año.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ ----- } 1020 \text{ m}^3 \\ 30 \text{ días (1 mes)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$X = 1020 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 30600 \text{ m}^3$$

-----

1 día

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Ricardo Ribeyro es de 30 600 m<sup>3</sup> durante el mes.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ día} \text{ ----- } 1020 \text{ m}^3 \\ 365 \text{ días (1 año)} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$X = 1\,020 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 372\,300 \text{ m}^3$$

-----

1 día

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Ricardo Ribeyro es de 372 300 m<sup>3</sup> durante el año.

**5. CANTERA: MAURO VELA.**



**Foto N° 27: Cantera de propiedad del señor Mauro Vela, en el centro poblado Nuevo Varillal km 14.**

- **Propietario:** MAURO VELA TECCO.
- **Ubicación:** NUEVO VARILLAL km 14.
- **Coordenadas:** 682406; 9569781
- **Altura:** 134 msnm.
- **Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.
- **Descripción de la cantera:**
  - a) Superficie de explotación: 8 ha.
  - b) Tiempo de explotación: 8 meses.
  - c) Venta de arena en la cantera: S/. 15.00
  - d) Venta de arena en la ciudad: De S/. 120.00 a 140.00
  - e) Extracción diaria (camiones): De 20 a 30.
  - f) Volumen/camión: 6 m<sup>3</sup>
  - g) Volumen explotado al día: De 120 m<sup>3</sup> a 180 m<sup>3</sup>.
  - h) Altura de la cantera: 6 m
  - i) El personal no cuenta con equipo de protección.
  - j) La extracción se realiza en forma manual.
  - k) Personal que trabaja: 22 personas.
  - l) Pago por persona al día: De 30 a 40 soles.

1 ha ----- 10,000 m<sup>2</sup>  
 6 ha ----- x

X = 10,000 m<sup>2</sup> \* 8 ha = 60,000 m<sup>2</sup>  
 -----  
 1 ha

X = 80,000 m<sup>2</sup> \* 6 m = 480 000 m<sup>3</sup>

La cantidad aproximada de volumen de arena ubicada dentro de la cantera del señor Mauro Vela es de 120 000 m<sup>3</sup>.

Dentro de la información obtenida, nos indican que el volumen de arena explotado durante el día es de 120 a 180 m<sup>3</sup>.

**1 día ----- 120 m<sup>3</sup>**  
**30 días (1 mes) ----- x**

$$X = 120 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 3600 \text{ m}^3$$

-----  
**1 día**

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Mauro Vela es de 3600 m<sup>3</sup> durante el mes.

**1 día ----- 120 m<sup>3</sup>**  
**365 días (1 año) ----- x**

$$X = 120 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 43\,800 \text{ m}^3$$

-----  
**1 día**

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Mauro Vela es de 43 800 m<sup>3</sup> durante el año.

**1 día ----- 180 m<sup>3</sup>**  
**30 días (1 mes) ----- x**

$$X = 180 \text{ m}^3 * 30 \text{ días} = 5\,400 \text{ m}^3$$

-----  
**1 día**

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Mauro Vela es de 5 400 m<sup>3</sup> durante el mes.

**1 día ----- 180 m<sup>3</sup>**  
**365 días (1 año) ----- x**

$$X = 180 \text{ m}^3 * 365 \text{ días} = 65\,700 \text{ m}^3$$

-----  
**1 día**

El volumen de arena explotado dentro de la cantera de propiedad del señor Mauro Vela es de 65 700 m<sup>3</sup> durante el año.

## **c.2. Arcillas**

Se encuentran principalmente dentro de las secuencias de la Formación Nauta, la que presenta niveles de abundante arcillas de naturaleza caolinítica. Su composición feldespática le da cierta consistencia y plasticidad al material, por lo que se le puede dar uso tanto en la fabricación de losas y porcelanas como de vidrios especiales. Este tipo de material arcilloso es también usado en la fabricación de ladrillos y tejas.

Este tipo de yacimiento se localiza en varios tramos de la carretera Iquitos - Nauta. Su litología está basada en arcillas grises, con algunos niveles de arcillas de coloración pardo a rojiza. Esta zona presenta dos tipos de arcilla: la primera corresponde a una arcilla con alto contenido de sílice, que forma parte de la secuencia inferior de la Formación Iquitos, y la segunda con mayor contenido feldespático (caolinita), que corresponde a las secuencias superiores de la Formación Nauta.

A continuación se describe las canteras de arcilla que son explotadas para las actividades de fabricación de ladrillos (ladrilleras) ubicadas en el eje de la carretera Iquitos - Nauta. La mayoría de estas empresas obtienen el material dentro de la propiedad donde se desarrolla la actividad. Las más importantes se ubican en el km 80 (foto 28), prolongación Las Camelias, río Nanay (foto 29), sector km 16 - Moralillo (foto 30), cercanías del centro poblado Rumococha (fotos 31 y 32). Sus características se mencionan y describen a continuación:

## 1. CANTERA: CARLOS VÁSQUEZ

### Ladrillera petros y concretos:

**Propietario:** CARLOS VÁSQUEZ MOZ

**Coordenadas:** 657605; 9512813

**Altura:** 133 msnm.

**Ubicación:** Km 80 - CARRETERA IQUITOS-NAUTA

**Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.

### Descripción:

Cuenta con cantera propia.

Utilizan chala de arroz.

**Tiempo de funcionamiento:** Desde abril del presente año.



Foto N° 28: Ladrillera de propiedad de señor Carlos Vásquez, ubicada en el km 80 del eje de la carretera Iquitos -Nauta

## 2. CANTERA: LAS CAMELIAS

**Coordenadas:** 688423; 9583763

**Altura:** 103 msnm.

**Ubicación:** PROLONGACIÓN LAS CAMELIAS (Cerca del río Nanay).

**Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.

**Descripción:**

Producción de ladrillo al día: 8 millares.

No cuenta con cantera propia, la arcilla es traída del Itaya y Rumococha.

**Tiempo de funcionamiento:** 3 años.

**Foto N° 29:** Ladrillera ubicada en la prolongación las camelias (cerca del río Nanay)



### 3. CANTERA: MORALILLO

**Coordenadas:** 683428; 9569274

**Altura:** 112 msnm

**Ubicación:** CARRETERA IQUITOS - NAUTA km 16 (**Moralillo**).

**Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.

**Descripción:** Información negada.



**Foto N° 30: Ladrillera ubicada en el eje de la  
carretera Iquitos - Nauta km 16.**

#### 4. CANTERA: RUMOCOCHA I

**Coordenadas:** 687860; 9582881

**Altura:** 102 msnm

**Ubicación:** RUMOCOCHA.

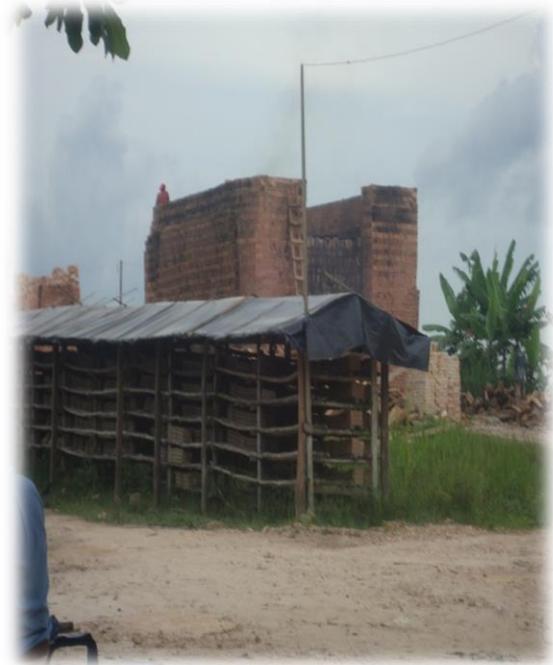
**Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.

**Descripción:**

Producción de ladrillo al día: De 8 a 10 millares.

Cuenta con cantera propia.

**Foto N° 31:** Ladrillera ubicada en el centro poblado de Rumococha.



## 5. CANTERA: RUMOCOCHA II

**Coordenadas:** 688064; 9582178

**Altura:** 107 msnm

**Ubicación:** RUMOCOCHA.

**Distrito:** SAN JUAN BAUTISTA.

**Descripción:**

Información negada

**Foto N° 32: Ladrillera STAN, ubicada en el centro poblado de Rumococha.**



De todas las canteras cubicadas según las áreas de explotación y profundidad de las mismas se tiene un estimado de volumen de arena de aproximadamente **1 640 000 m<sup>3</sup>**, esto se ha estimado teniendo la información otorgada por los concesionarios informales y otros que se encuentran en petitorios, que operan en la carretera Iquitos Nauta.

Asimismo, de acuerdo al potencial obtenido de los recursos no renovables se ha definido mediante la información secundaria, el análisis de campo y de las imágenes de satélite, la extensión de los minerales no metálicos, hidrocarburos y otros, distribuidos principalmente en el área de influencia de la carretera Iquitos Nauta.

Según este análisis la extensión de los bancos de arenas cuarzosas es de 1832 ha, cuya profundidad promedio es de 7 m (Tabla 9). Por lo que se estima un volumen estimado en:

$$V = 1832 \text{ ha} * 10\,000 \text{ m}^2 * 7 \text{ m} = 128\,240\,000 \text{ m}^3$$

-----

**1 ha**

**Tabla N° 09**  
**Recursos no renovables en el área de influencia de la carretera Iquitos Nauta**

CODIGO_MAPA	RECURSOS NO RENOVABLES	ÁREA (Ha)
1	Canteras de arena	<b>1832</b>
2	122 GRAN TIERRA ENERGY	38927
2	124 BURLITONG	47029
2	128 GRAN TIERRA ENERGY	521
2	GRAN TIERRA ENERGY	65
3	Sin recurso no renovable	168015
98	Cuerpos de agua artificiales	66
99	Cuerpos de agua natural	2937
101	Islas	2190
102	Playas, playones o bancos de arena	2505
<b>TOTAL</b>		<b>264086</b>

### 3.1.5. RECURSOS HIDROGEOLÓGICOS

Algunas informaciones secundarias tomadas de Castro (2010) en estudios realizados para el relleno sanitario del distrito de San Juan Bautista, describen características físicas determinadas mediante análisis del comportamiento de los materiales que componen el substrato:

- Las características hidráulicas de los sedimentos areno cuarzosos aflorantes y dispuestos en los niveles inferiores del área favorecen la retención de las aguas producto de las intensas precipitaciones pluviales. Se debe considerar que la humedad reinante en la superficie y la presencia de las especies de varillales se debe específicamente a los materiales impermeables que se encuentran en el subsuelo (arcillas, arcillas limosas y arcillas arenosas), y particularmente a un nivel delgado impermeable de alta dureza, conocido como material espódico, compuesto por arenas compactadas con materiales húmicos y óxidos de hierro.
- La solidificación y litificación se deben a la presencia de los minerales de fierro y magnesio.
- La permeabilidad se expresa de dos maneras: la primera constituida por materiales porosos correspondientes a las arenas cuarzosas, a las cuales se les puede considerar de buena permeabilidad; mientras la segunda, compuesta por materiales arcillosos del nivel inferior de la Formación Iquitos, presenta acuíferos a unos 8 y 15 m de profundidad, según algunos pozos excavados para la obtención de agua para consumo humano en las cercanías de la localidad de Cedro y en algunos albergues turísticos que se encuentran en el área.

Para este tema crucial se ha tenido que hacer estudios más minuciosos con la finalidad de proveer información que permita hacer una proyección de la calidad y cantidad de agua que tenemos como reserva en caso de estiajes largos y prolongados. En la Tabla 4 se muestra los sectores donde se ha obtenido información de la napa freática, ojos de agua y filtraciones de agua que forman una quebrada, entre otros. La distribución de las áreas prospectadas y analizadas se muestra en la Figura 6 y en la Tabla 10.

**Tabla N° 10**  
**Ubicación de sectores muestreados y prospectados para el análisis hidrogeológico del área de estudio**

CEN_POB	COORD X	COORD Y	ALTITUD	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
SANTA RITA DE FLORIDA.	648138	9495296	90	Ojo de agua.	
SAN JORGE	640387	9494413	103	Napa freática a 10 a 12 m de profundidad (agua para consumo humano)	Arcilla gris verdosa con presencia de gravilla abundante y arena de 10 cm de espesor.
SANTA RITA DE FLORIDA	648596	9495453	99	Napa freática a 15 a 18 m de profundidad (agua para consumo humano)	Limo gris arenoso con gravilla, reservorio de agua probablemente, y arena limosa muy fina con pequeñas partículas de gravilla dispersa, probablemente reservorio de agua.
SANTA CRUZ	661170	9504465	94	Napa freática a 9 m de profundidad (no apta para consumo); a 16.5 y 18 m presenta agua apta para consumo	Primer nivel de agua (a 9 m) contiene arena limosa gris oscura con materia orgánica; el 2do nivel (entre 16.5 y 18 m) limo arenoso gris verde a rojizo con gravilla.
CARRETERA IQUITOS-NAUTA km 80	657571	9512824	133	Ojo de agua.	
CARRETERA IQUITOS-NAUTA km 35.5_Paujil II zona	668654	9558643	134	Ojo de agua.	
CARRETERA IQUITOS-NAUTA km 11	683805	9572836	125	Ojo de agua.	
El Huambé-Km 50	669355	9539115	127	Napa freática a 14.5 m de profundidad	Arcilla arenosa gris con moteaduras rojizas y amarillentas.
Carretera Paujil II zona-Km 35.5	668580	9558811	116	Napa freática a 10.20 m (agua no apta); a 19.50 y 22.30 (agua para consumo humano)	Arcilla gris azulada, banco de coquina, presencia de gravilla, nivel de agua (19.50m); arena limosa, banco de coquina, materia orgánica abundante, nivel de agua más claro (23.60 m)
PEÑA BLANCA	679307	9547593	97	Ojo de agua.	
PEÑA BLANCA	679304	9547579	94	Ojo de agua.	
PEÑA BLANCA	679289	9547460	98	Salida del ojo de agua.	
PEÑA BLANCA	679273	9547465	96	Ojo de agua cerca al río.	
LUZ DEL ORIENTE	651863	9527718	126	Quebrada	
LUZ DEL ORIENTE	651928	9528154	119	Quebrada	



Resultados del análisis granulométrico de los sedimentos muestreados en las perforaciones, análisis que permitió encontrar la napa freática (reservorio de agua), y además de las filtraciones naturales (ojos de agua) localizados durante la ejecución de la Micro ZEE Iquitos - Nauta. Éstas se han localizado en Santa Rita de Florida (foto 33), Santa Cruz (foto 34), El Porvenir (foto 35), Paujil II Zona (foto 36), Peña Blanca (fotos 37, 38 y 39), Luz del Oriente (fotos 40 y 41), 9 de Octubre - río Marañón (foto 42) y en el sector Km 80 (foto 43) de la carretera Iquitos - Nauta.

## **1. RESERVORIO: SANTA RITA DE FLORIDA**

**Localización:** Centro poblado Santa Rita de Florida (ubicado en la ribera del río Marañón)

**Perfil:** 07

**Perforación:** 02

**Coordenadas:** 648596; 9495453

**Altura:** 99 msnm

**Características:** limo gris arenoso con gravilla.

El reservorio de agua (napa freática) se localizó a 15 m de profundidad (no apta para el consumo humano).



**Foto N° 33: Napa freática (reservorio de agua) ubicada en el centro poblado de Santa Rita de Florida (perforación).**

## 2. RESERVORIO: SANTA CRUZ

**Localización:** Centro poblado de Santa Cruz (ubicado en la ribera del río Marañón).

**Perfil:** 10

**Perforación:** 03

**Coordenadas:** 661170; 9504465

**Altura:** 94 msnm

**Características:** nivel VIII, limo arenoso gris verde con gravilla, nivel IX, arena limosa micro conglomerado gris verde a amarilla.

El reservorio de agua (napa freática) se localizó en el nivel sedimentario VIII a 16.5 m y el nivel sedimentario IX a 18 m (aptos para el consumo humano).



**Foto N° 34: Napa freática (reservorio de agua) ubicada en el centro poblado de Santa Cruz (perforación)**

### 3. RESERVORIO: EL PORVENIR

**Localización:** Centro poblado El Porvenir (ubicado en la ribera del río Amazonas):

**Perfil:** 12

**Perforación:** 14

**Coordenadas:** 680483; 9532510

**Altura:** 96 msnm

**Características:** Limo carbonoso con un nivel lenticular de arena media a gruesa.

El reservorio de agua (napa freática) se localizó en el nivel V a 5 m. de profundidad (no apta para el consumo humano).



**Foto N° 35: Napa freática (reservorio de agua) ubicada en el centro poblado El Porvenir (perforación).**

#### **4. RESERVORIO: EL PAUJIL II ZONA**

**Localización:** Carretera El Paujil II Zona km 35.5:

**Perfil:** 17

**Perforación:** 03

**Coordenadas:** 668654; 9558643

**Altura:** 116 msnm

Características: Arcilla gris azulada, banco de coquina, presencia de gravilla, nivel de agua (19.50 m); arena limosa, banco de coquina, materia orgánica abundante, nivel de agua más claro (23.60 m)

El reservorio de agua (napa freática) se localizó en el nivel XIV a 19.50 m y el nivel XV a 23.60 m (aptos para el consumo humano)



**Foto N° 36: Napa freática (reservorio de agua) ubicada en la carretera el Paujil II Zona km 35.5.**

## 5. RESERVORIO: PEÑA BLANCA I

**Localización:** Centro poblado Peña Blanca (ubicado en la ribera del río Itaya).

**Coordenadas:** 679307; 9547593

**Altura:** 97 msnm



Foto N° 37: Ojo de agua localizado en el centro poblado de Peña Blanca.

## 6. RESERVORIO: PEÑA BLANCA II

**Localización:** centro poblado Peña Blanca (ubicado en la ribera del río Itaya)

**Coordenadas:** 679273; 9547465

**Altura:** 96 msnm

Foto N° 38: Ojo de agua cerca al río Itaya (centro poblado de Peña Blanca).



## 7. RESERVORIO: PEÑA BLANCA III

**Localización:** Centro poblado Peña Blanca (ubicado en la ribera del río Itaya).

**Coordenadas:** 679289; 9547470

**Altura:** 98 msnm



**Foto N° 39:** Salida de ojo de agua localizado en el centro poblado Peña Blanca.

## 8. RESERVORIO: LUZ DEL ORIENTE I

**Localización:** Centro poblado Luz del Oriente (ubicado en la ribera del río Itaya).

**Coordenadas:** 651863; 9527718

**Altura:** 126 msnm



**Foto N° 40:** Quebrada localizada a unos 200 m del centro poblado Luz del Oriente.

## 9. RESERVORIO: LUZ DEL ORIENTE II

**Localización:** Centro poblado Luz del Oriente (ubicado en la ribera del río Itaya).

**Coordenadas:** 651928; 9528154

**Altura:** 119 msnm



Foto N° 41: Quebrada localizada a unos 350 m del centro poblado Luz del Oriente.

## 10. RESERVORIO: 9 DE OCTUBRE

**Localización:** Centro poblado 9 de Octubre (ubicado en la ribera del río Marañón).

**Coordenadas:** 645229; 9494556

**Altura:** 118 msnm



Foto N° 42: Ojo de agua ubicado en el centro poblado de 9 de Octubre.

**11. RESERVORIO: KM 80 DE LA CARRETERA IQUITOS - NAUTA**

**Localización:** Carretera Iquitos - Nauta km 80

**Coordenadas:** 660296; 9517884

**Altura:** 133 msnm



**Foto N° 43: Ojo de agua localizado en el eje de la carretera Iquitos - Nauta km 80.**

## IV. CONCLUSIONES

La zona en estudio comprende sedimentos de edad terciaria y cuaternaria, que conforman la compleja distribución de las unidades geológicas.

Las unidades estratigráficas clasificadas en la zona de estudio y de mayor distribución están representadas por:

- Formación Pebas de edad mioceno
- Formación el Porvenir de edad mioceno-plioceno
- Formación Nauta inferior de edad plioceno
- Formación Nauta superior de edad plioceno-pleistoceno
- Formación Iquitos (miembro inferior) de edad pleistoceno
- Formación Iquitos (miembro superior) de edad pleistoceno
- Depósitos palustres de edad holoceno temprano
- Depósitos aluviales antiguos de edad holoceno medio
- Depósitos fluviales canalizados antiguos de edad Holoceno medio
- Depósitos fluviolacustres de edad holoceno reciente
- Depósitos palustres recientes de edad holoceno reciente
- Depósitos fluviales canalizados recientes de edad holoceno reciente
- Depósitos fluviales de edad holoceno reciente

Se tiene evidencias paleontológicas de fauna fósil consistente en conchuelas de gasterópodos y bivalvos, turbas (carbón) en proceso de carbonización, y lignito, correspondientes a la Formación Pebas.

La Formación Nauta inferior y superior, y los Depósitos fluviales recientes son las unidades geológicas que presentan mayor extensión superficial.

La Formación Pebas corresponde a un ambiente sedimentario marino transicional, con algunas sedimentaciones de tipo lacustrino o de aguas tranquilas; la Formación Nauta, de ambiente continental fluviátil, de canal, lacustrino; la Formación Iquitos, de ambiente fluviátil de alta energía; los Depósitos subrecientes y recientes, generalmente de ambiente fluvial de baja a media intensidad de sedimentación; los otros depósitos se han constituido en ambientes tranquilos de canal, lacustres y palustres.

La tectónica está influenciada por la cercanía de los Andes ecuatorianos y por los macizos de la Guyana brasileña, por lo que la estabilidad depende de sus movimientos en subsuelo. Estas afirmaciones se han tenido en consideración por encontrar estructuras primarias, como inclinaciones de las capas con rumbo andino NO-SE.

Existen evidencias de hundimientos, tanto por sobrecarga como por efecto de los procesos neotectónicos, en la aparición o el desarrollo de humedales que se presentan en el sector, conjuntamente con los sistemas fluviales a través de los procesos de inundación, así como por los

procesos de anegamiento producidos por las precipitaciones pluviales, que han conducido al desarrollo de estos espacios tan peculiares en Amazonía.

Se ha identificado preliminarmente unidades geológicas que contienen arcillitas, limoarcillitas, lentes de areniscas, arenitas cuarzosas, limoarenitas, turbas, lignito (carbón), materia orgánica, limos, arenitas feldespáticas, arcillas de diferentes tonalidades, gravas y gravillas, entre las secuencias más resaltantes del área de estudio.

Una de las formaciones que puede generar cierta fertilidad natural en el desarrollo y evolución de los suelos es la Formación Pebas, con sus secuencias calcáreas (niveles de conchuelas de hasta dos metros de espesor) y materia orgánica en estado de descomposición.

También presenta depósitos no metálicos como arenitas blancas cuarzosas, y depósitos de arcillas caoliníticas.

En la zona de estudio fueron identificados yacimientos mineros no metálicos (canteras), principalmente en el eje de la carretera Iquitos – Nauta; la cantera de mayor extracción durante el día es de propiedad del señor Ricardo Ribeyro, con 765 a 1020 m<sup>3</sup> (ubicada en el km 11), seguida de la cantera de propiedad de la señora Sheyla Rubiños con 640 m<sup>3</sup> (ubicada en el km 22.5).

Se ha estimado un volumen aproximado de 128 240 000, obtenido a partir de la identificación de los bancos de arena en el área de estudio.

Se ha calculado el volumen que se extrae anualmente de las principales canteras establecidas y que se encuentran explotando actualmente, cuyo estimado es de 1 640 000 m<sup>3</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kronberg, B. I., Benchimol R.E., 1992. Geochemistry and geochronology of superficial Acre Basin Sediments (Western Amazonia); Key information for climate reconstruction. *Acta Amazónica*, 22 (1) 51-69.
- Hoorn, C. 1991. Nota Geológica; La Formación Pevas ("Terciario Inferior Amazónico"): Depósitos fluvio-Lacustres del Mioceno Medio a Superior Colombia Amazónica, Vol.5 n° 2.
- Dumont. J. F. 1992, Rasgos morfoestructurales de la llanura amazónica del Perú. Efectos de la geotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas, ORSTOM Instituto francés de estudios andinos.
- Haffer, J. y Prance, G. T. 2001. Climate forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: On the refuge theory of biotic differentiation. *Amazoniana* 16: 579-607
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2004. Diagnóstico Ambiental del Sector Mazán – El Estrecho. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo. Iquitos, Perú. pp. 255-398.
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2003. Zonificación Ecológica Económica del Sector Caballo Cocha – Palo Seco – Buen Suceso, Componentes temáticos de Geología y Geomorfología. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo.
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2002. Diagnóstico Ambiental del Sector Napo-Tamboryacu. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo. Iquitos, Perú. p. 117.
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), 2002. Macrozonificación Ecológica Económica del área Fronteriza Peruana entre los Ríos Pastaza-Cordillera de Campanquiz, Lima, Perú. 366 p.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), 2005. Zonificación Ecológica y Económica para el desarrollo sostenible Iquitos-Nauta, Panorama Biofísico, Características Geológicas y Geomorfológicas.
- Instituto geológico minero y metalúrgico del Perú (INGEMMET), 1999. Cuadrángulos geológicos de Puerto Arturo (4-p), Flor de Agosto (5-p), San Antonio del Estrecho (5-q), Nuevo Perú (5-r), San Felipe (6-p), Río Algodón (6-q), Quebrada Airambo (6-r), Mazán (7-p), Francisco de Orellana (7-q), Huanta (7-r), Iquitos (8-p), Río Manítí (8-q), Yanashi (8-r), Tamshiyacu (9-p), Río Tamshiyacu (9-q), Buen-jardín (9-r), Ramón Castilla (10-p), Río Yavarí Mirín (10-q) y Buenavista (10-r).
- Instituto geológico minero y metalúrgico del Perú (INGEMMET), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Proyecto de la Biodiversidad de la Amazonía Peruana (BIODAMAZ),

2007. Sinopsis Explicativa del Mapa Litoestratigráfico de la Geología de la Amazonía Peruana, Esc. 1:1'000,000.

J. F. Dumont, Lamotte F. Kahn, 1990. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: Plant species diversity in the light some geological and botanical evidence. *Forest Ecology and Management* 33/34 125 -139.

K. Mertes, Dunne, Martinelli, 1996. Channel- Floodplain geomorphology along the Solomões- Amazon River, Brazil. *GSA Bulletin*

Laurent, H. (1985). El precretáceo en el Oriente Peruano: Su distribución y sus rasgos estructurales. *Bol. Soc. Geol. Perú*, (48): 25-48.

Räsänen, M. et all. 1998. Geología y geformas de la zona de Iquitos. En: Kalliola, R. & Flores, S. (eds.), *Geoecología y desarrollo amazónico: Estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*. Turun, Turku, *Annales Universitatis Turkuensis, Ser. A-II*, 114, p.59-137.

Räsänen, M., Linna, A. M., Santos, J.C.R. & Negri, F. R. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science* 269: 386-390.

Räsänen, M., Salo, J., Jungner, H. & Romero, L. 1990. Evolution of the Western Amazon lowland relief: impact of Andean foreland dynamics. *Terra Nova* 2: 320-333.

Ron J.G. Kaandorp , Frank P. Wesselingh Hubert B. Vonhof, 2006. Ecological implications from geochemical records of Miocene Western Amazonian bivalves. *Journal of South American Earth Sciences* 21 (2006) 54–74.

Ruegg, W. & Rosenzweig, A. 1949. Contribución a la geología de las formaciones modernas de Iquitos y de la Amazonía superior. *Bol. Soc. Geol. Perú*. Vol. Jub. parte II, fasc. 3, pp. 1-24.

Schumm, S. A., Dumont, J. F. and Holbrook, J. M. 2000. *Active Tectonics and Alluvial Rivers*, Cambridge University Press.

## **ANEXOS**

## **4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO**

### **6.1.1. ANÁLISIS PALEONTOLÓGICO**

#### **INFORME PALEONTOLÓGICO DE SIETE MUESTRAS**

**Solicitado por:  
Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana  
PROTERRA**

**Realizado por:  
Ing. Manuel Aldana Alvarez  
Diciembre 2011**

## INTRODUCCIÓN

El estudio y determinaciones paleontológicas de los organismos fósiles han sido derivados de la Provincia de Maynas, Dpto. de Loreto; mayormente del Distrito de Belén (5 muestras) y del distrito de San Juan (2 muestras), que se encuentran tanto en sedimentos de limoarcillita, limolitas y limolitas arenosas que corresponden a las formaciones Pebas e Ipururo.

Las muestras corresponden generalmente a gasterópodos que se encuentran fragmentados; escasos restos óseos y lignitos de restos vegetales indeterminados.

El estudio comprendió la determinación del phylum y clase de los fósiles, la edad y su unidad litoestratigráfica.

### 1. Material y Método de Estudio

#### 1.1. Muestras Remitidas

El estudio paleontológico corresponde a 7 muestras; 6 de ellos contienen organismos fósiles y el otro es una concreción. Los organismos se encuentran en sedimentos no consolidados en facies neogénicos.

#### 1.2. Métodos de Estudio

El estudio comprendió la preparación de las muestras y la determinación de los organismos identificados, para ello se removieron los sedimentos adheridos a los organismos, luego se realizó la limpieza de los mismos; para complementar las características de los fósiles fragmentados se utilizó pegamento; además se utilizaron lupas de aumento de X10 y X12, con la finalidad de observar mejor las características externas y algunos microorganismos. Finalmente se tomaron las fotografías correspondientes, que acompañan al informe.

### 2. Resultados

#### 2.1. Estudio Paleontológico

##### 2.1.1. Determinaciones Paleontológicas

##### **MUESTRA: 06**

REINO: Vegetal

##### **Fragmentos de Troncos indeterminados (Lignito) (Foto N° 5)**

EDAD.- Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Ipururo

LOCALIDAD.- Varadero. Distrito: San Juan, Prov.: Maynas. Dpto. Loreto

COORDENADAS: 678211, 9539823 (Terraza media)

LITOLOGÍA.- Arena cuarzosa oscura a rojiza

DESCRIPCIÓN.- Se aprecian diversos fragmentos de tallos ind. de diversos tamaños, en proceso de carbonización, dando un aspecto leñoso.

NOTA.- La muestra También podría corresponder a la parte superior de la Fm. Pebas, ya que esta Fm. es de edad Mioceno superior-Plioceno y tiene niveles carbonosos tipo turba-lignito.

**MUESTRA: NIVEL II**

PHYLLUM: Mollusca

CLASE : Gasterópoda

- *Nanivitre* cf. *N. colombiana* NUTTALL (Fotos N° 1, 2, 3, 4)

1.- *Liris minúscula* (GABB) (Fotos N° 2, 4)

2.- *Dyris tuberculata* (DE GREVE) (Fotos N° 2, 4)

EDAD.- Mioceno superior - Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Pebas

LOCALIDAD.- Paraiso, Distrito: San Juan, Provincia: Maynas, Dpto. Loreto

COORDENADAS.- 679734, 9553397 (Terraza baja)

LITOLOGÍA.- Limo arcillita color gris verdosa.

DESCRIPCIÓN.- La *Nanivitre* cf. *N. colombiana* está incompleta y alcanza una altura de 167 mm y 145 mm de ancho. Presenta una sola vuelta, la que es amplia y muy convexa apreciándose en ella líneas de crecimiento de tipo prosogiro, abertura redondeada y amplia del tipo holostomado, no se aprecia la espira que está fragmentada y se supone que es baja. El *Liris minúscula*, es de tamaño pequeño, alcanzando una altura de 6 mm. y un ancho de 3 mm con vueltas ligeramente convexas, espira un poco alta, cámara habitación baja, con una abertura subredondeada; las vueltas contienen entre 12 a 16 pliegues, sutura baja. El *Dyris tuberculata* se encuentra fragmentado y alcanza una altura de 16 mm y un ancho de 8 mm y está ornamentada por pequeños tubérculos elongados que se ubican casi en la mitad de cada vuelta y debajo de ellas se aprecia líneas espiraladas.

DISCUSIÓN.- La muestra de gran tamaño que corresponde a *Nanivitre* cf. *colombiana* se encuentra fragmentado por su conchilla débil, el material sedimentario que lo contiene es inconsolidado; dentro de éste material se ha podido observar microgasterópodos como *Liris minúscula* y *Dyris tuberculata*. La *Nanivitre* cf. *colombiana* es un gasterópodo de agua dulce muy rara en la Fm. Pebas, posiblemente ha sido transportado por un río hacia la cuenca de Pebas, ya que ha sido colectado en Colombia en la Fm. Tahua de edad Mioceno superior-Plioceno, cerca de la frontera con Perú; en cambio el género *Liris* que indica una influencia fluvial y el género *Dyris* que corresponde a aguas salobres (de influencia lagunar) son muy comunes en la Fm. Pebas. La dimensión del género *Nanivitre*, me sugiere un clima tropical y de gran salinidad y los gasterópodos pequeños de baja salinidad. La presencia de fragmentos de los gasterópodos pequeños en gran cantidad, corresponde a una coquina.

## MUESTRA NIVEL II

### REINO: Vegetal

#### - Fragmentos de Tallos de plantas indeterminadas (Foto N° 9)

##### 1.- Nódulos (Fotos N° 10, 11)

EDAD.- Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Ipururo?

LOCALIDAD.- Peña Blanca, Distrito de Belén, Provincia: Maynas, Dpto.: Loreto

COORDENADAS.- 680012, 9547732 (Terraza baja)

LITOLOGÍA.- Arena arcilloso de color brunáceo, que contiene nódulos calcáreos y ferruginosos

DESCRIPCIÓN.- Fragmentos pequeños y angostos de tallos posiblemente transportados por un río, en proceso de carbonización.

## MUESTRA NIVEL II

#### - Resto óseo de Quelonio (Tortuga) (Foto N° 6)

##### 1.- Fragmentos de conchillas de Gasterópodos indeterminados. (Foto N° 7)

EDAD.- Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Ipururo

LOCALIDAD.- Peña Blanca, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Dpto. Loreto

COORDENADAS.- 680012, 9547732 (Terraza baja)

LITOLOGÍA.- Arcilla rojiza

DESCRIPCIÓN.- Fragmento de un fémur de la especie de un quelonio (tortuga) que mide 145 mm. Esta unidad litoestratigráfica, por sus características litológicas, restos conchíferos de gasterópodos y restos de tallos hallados en esta muestra; se asume que es de origen continental.

## MUESTRA NIVEL 01

#### - Concreción ferruginoso (Foto N° 8)

EDAD.- Mioceno superior – Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Pebas (facies superior)

LOCALIDAD.- Peña Blanca, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Dpto. Loreto

COORDENADAS.- 680012, 9547732 (Terraza baja)

LITOLOGÍA.- Arcilla gris azulada

DESCRIPCIÓN.- Se aprecia la formación de anillos sedimentarios muy oxidadas, propio de una concreción y escasos restos conchíferos de moluscos sobre ella; por lo que se deduce que forma parte de facies superiores de la Fm. Pebas.

## MUESTRA NIVEL I

#### - *Nanivitrea* sp. (Foto N° 12, 13)

EDAD.- Mioceno superior - Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Pebas

LOCALIDAD.- Peña Blanca, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Dpto. Loreto

COORDENADAS: 679289, 9547460 (Terraza baja)

LITOLOGÍA.- Arcilla gris azulada, constituyendo una coquina.

DESCRIPCIÓN.- El fragmento de éste espécimen pertenece a la última vuelta, la cual es muy convexa y también contiene restos conchíferos de moluscos.

**MUESTRA NIVEL I**

- **Fragmento de *Nanivitreia?* sp.** (Foto N° 14)

EDAD.- Mioceno superior - Plioceno

LITOESTRATIGRAFÍA.- Fm. Pebas

LOCALIDAD.- Peña Blanca, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Dpto. Loreto

COORDENADAS.- 679289, 9547460 (Terraza baja)

LITOLOGÍA.- Limo arcillita de color gris verdoso, algo coquinífero, por los restos conchíferos de moluscos.

DESCRIPCIÓN.- Fragmentos grandes que pertenecen a la última vuelta, la cual es convexa.

**PALEOAMBIENTE.-** La sedimentación de donde provienen las muestras son de facies lagunar y los organismos de clima tropical y ambiente salobre; asimismo las aguas de los ríos que desembocan en la laguna, son cálidas.

**CONCLUSIONES.-** La mayor parte de las muestras determinadas nos indica una edad Mioceno superior alto a Plioceno inferior por lo que corresponde a la Fm. Pebas. Es notoria la presencia de microgasterópodos en esta unidad de facies poco profundas.

La determinación de restos de tallos y troncos en algunas muestras en sedimentos arenosos y arcillas nos permite reconocer un ambiente continental. La fragmentación de conchillas de moluscos sugiere que los especímenes han sufrido un transporte o han vivido cerca de la desembocadura de los ríos que alimentaban a la laguna.

---

Ing° Manuel Aldana Alvarez  
CIP N° 28180



**FOTO N° 01: Vista lateral de la última vuelta de Nanivitrea cf. Colombiana**



**FOTO N° 02: Vista anterior de Nanivitrea cf. colombiana. Se observa Liris y Dyris (fragmentos)**



**FOTO N° 03: Vista lateral de *Nanivitreia* cf. *colombiana* con abertura fragmentada.**



**FOTO N° 04: Vista anterior de la especie anterior con restos conchíferos. Liris minúscula (1) el más pequeño y el de tamaño regular corresponde a *Dyris tuberculata*.**



**FOTO N° 05: Fragmentos de troncos indeterminados (Lignito)**



**FOTO N° 06: Resto óseo de Quelonio (Tortuga)**



**FOTO N° 07: Fragmentos de conchillas de gasterópodo indeterminado.**



**FOTO N° 08: Vista frontal de una concreción ferruginoso**



**FOTO N° 09: Fragmentos de tallos de plantas indeterminadas**



**FOTO N° 10: Vista lateral de un nódulo**



**FOTO N° 11: Vista frontal del nódulo, relleno de material sedimentario**



**FOTO N° 12: Vista lateral externa de última vuelta de *Nanivitrea sp.***



**FOTO N° 13: Vista lateral interna de la especie anterior**



**FOTO N° 14: Vista lateral fragmentada de última vuelta de *Nanivitreia sp***

## 6.1.2. ANÁLISIS PETROGRÁFICO

### **Análisis de Minerales de 40 Muestras de Sedimentos de Ríos y Carreteras por Difracción de Rayos X**

#### **Objetivos**

Hallar y cuantificar la composición mineralógica que componen cada uno de las muestras.

#### **Procedimiento**

Las muestras fueron catalogadas por el cliente e identificadas en cada una de las bolsas que contienen a las mismas; para la identificación de estas en el análisis, se usó el número correspondiente al código de éstas.

Las muestras fueron pulverizadas de tal manera que el 100% de estas pasó la malla 325. Estas fueron homogenizadas y secadas a aproximadamente a una temperatura de 100 °C.

Una fracción de estas muestras fueron analizadas en un Difractometro de Rayos X, el cual fue escaneado desde un ángulo 2 Theta de 5° a 70°. Los difractogramas obtenidos (Anexo N.° 2) fueron comparados con la base de datos del centro internacional para datos de difracción (ICDD); el difractograma junto con las fases identificadas fueron refinadas usando el método de Ritvell para determinar la cuantificación de las mismas.

En el anexo N.° 1 se muestran todas las fases mineralógicas encontradas junto con sus respectivas formulas químicas.

De esta manera todas las fases cristalográficas de la muestra (minerales) son identificadas y cuantificadas.

## Resultados

### Muestras del Río Marañón

Phase Name	M2011-021-01	M2011-021-02	M2011-021-03	M2011-021-04	M2011-021-05	M2011-021-06
Quartz	45.7	60.7	54.7	55.9	50.0	44.2
Muscovite	0.9	0.5	0.6	0.8	0.6	0.4
Kaolinite	14.1	15.4	21.5	22.8	8.3	15.0
Chlorite	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Orthoclase	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plagioclase	9.6	8.4	8.7	6.7	24.6	13.1
Calcite	5.3	0.0	0.0	0.0	2.2	7.3
Calcite magnesian	0.0	0.0	1.0	0.7	0.0	0.0
Siderite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dolomite	2.3	0.0	0.5	0.2	1.4	2.0
Gypsum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
Illite-Montmorillonite	14.0	15.0	13.0	13.0	13.0	15.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

## Muestras de la Carretera Iquitos-Nauta

Phase Name	M2011-021-07	M2011-021-08	M2011-021-09	M2011-021-10	M2011-021-11	M2011-021-12	M2011-021-13	M2011-021-14	M2011-021-15	M2011-021-16	M2011-021-17	M2011-021-18	M2011-021-19
Quartz	88.7	52.0	60.9	93.1	64.7	46.2	35.2	73.6	75.3	78.1	85.6	78.4	41.1
Muscovite	0.2	0.5	3.3	0.4	10.9	14.4	15.2	5.5	5.6	3.1	0.4	4.4	8.7
Pyrite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.2
Kaolinite	3.5	28.5	25.8	1.6	12.2	13.8	26.8	13.0	12.1	10.5	8.7	6.4	16.0
Pyrophyllite	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
Orthoclase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.1	0.0	0.0	0.6	0.0	1.2	1.4
Plagioclase	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	6.5	2.5	0.0	0.0	0.6	0.3	1.7	12.3
Calcite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Calcite magnesian	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
Siderite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dolomite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Goethite	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Illite- Montmorillonite	5.0	14.0	10.0	5.0	8.0	14.0	18.0	8.0	7.0	7.0	5.0	7.0	14.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

**Muestras del Río Amazonas-Río Itaya**

Phase Name	M2011-021-20	M2011-021-21	M2011-021-22	M2011-021-23	M2011-021-24	M2011-021-25	M2011-021-26	M2011-021-27	M2011-021-28	M2011-021-29	M2011-021-30	M2011-021-31	M2011-021-32	M2011-021-33	M2011-021-34	M2011-021-35	M2011-021-36	M2011-021-37	M2011-021-38	M2011-021-39	M2011-021-40
Quartz	34.2	66.1	22.3	47.7	36.0	61.4	41.0	42.8	38.3	50.8	31.2	34.2	24.4	53.2	47.9	47.0	46.6	43.7	43.6	31.2	45.4
Muscovite	16.0	0.5	0.1	0.7	2.8	0.0	11.5	14.7	18.5	7.2	17.6	8.0	15.5	2.8	1.8	0.5	0.8	3.3	0.0	0.3	0.8
Kaolinite	18.5	14.5	7.2	20.8	5.5	20.9	6.3	16.1	13.6	23.3	20.6	38.7	12.5	5.9	24.4	7.5	28.7	19.6	24.0	11.4	31.9
Pyrophyllite	0.0	0.0	0.0	5.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0
Hematite	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Orthoclase	1.8	1.6	1.1	3.2	0.9	2.2	3.6	4.2	3.4	0.0	4.6	2.4	4.3	3.7	2.8	2.7	3.0	3.3	1.5	3.4	3.6
Alunite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plagioclase	1.9	4.9	3.0	2.0	2.1	1.6	24.6	7.0	12.7	0.0	9.2	2.0	16.1	10.0	6.0	13.5	0.0	4.2	8.1	5.1	3.8
Jarosite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Calcite	9.5	0.0	51.2	2.3	39.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.1	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0
Calcite magnesian	0.0	1.3	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Siderite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dolomite	0.0	0.0	1.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
gypsum	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	4.2	0.0	1.0	0.2	0.0	0.0	0.9	40.7	0.0
goethite	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0	8.0	0.0	0.0	1.5
actinolita	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Illite-montmorillonite	18.0	11.0	14.0	15.0	12.0	14.0	11.0	15.0	13.0	12.0	15.0	14.0	23.0	14.0	15.0	15.0	17.0	14.0	17.0	8.0	13.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ANEXO N° 1

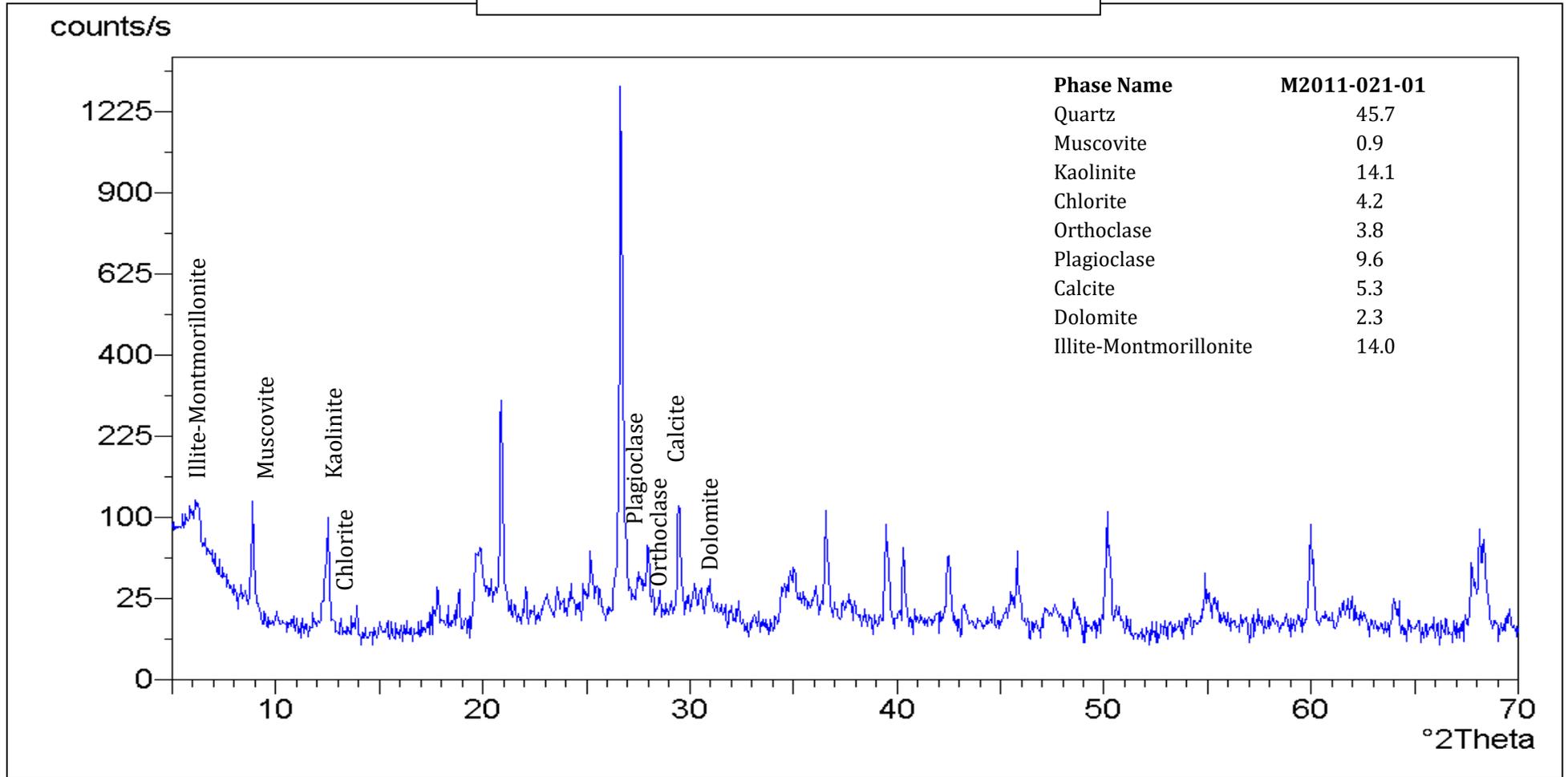
Fases Mineralógicas Encontradas en el análisis de las muestras de carreteras y sedimentos de Río.

Fase	Formula Química
Quartz	SiO <sub>2</sub>
Muscovite	KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>
Kaolinite	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>
Chlorite	(Mg,Fe) <sub>5</sub> (Al,Si) <sub>5</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>
Pyrophyllite	Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>
Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Orthoclase	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
Alunite	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>
Plagioclasas	(Na, Ca)(Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>6</sub>
Calcite	CaCO <sub>3</sub>
Dolomite	Ca Mg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Calcite magnesian	(Ca,Mg)CO <sub>3</sub>
Gypsum	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O
Jarosite	KFe <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>
Actinolite	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>
Siderite	FeCO <sub>3</sub>
Pyrite	FeS <sub>2</sub>
Gohetite	FeO(OH)
Illite	(K,H <sub>3</sub> O)(Al,Mg,Fe) <sub>2</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> [(OH) <sub>2</sub> ,(H <sub>2</sub> O)]
Montmorillonite	Na <sub>0.3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> .XH <sub>2</sub> O

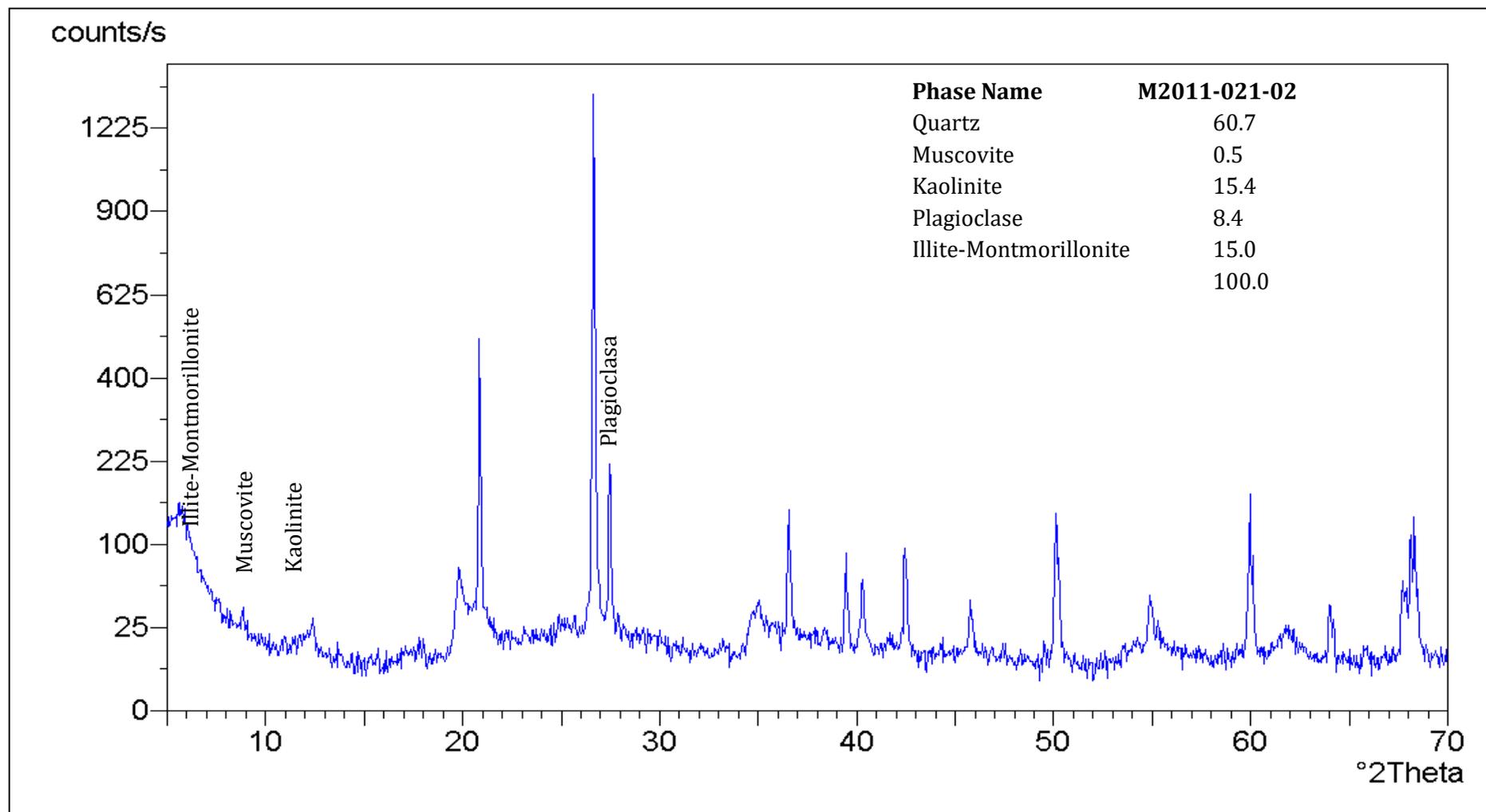
**ANEXO N° 02**

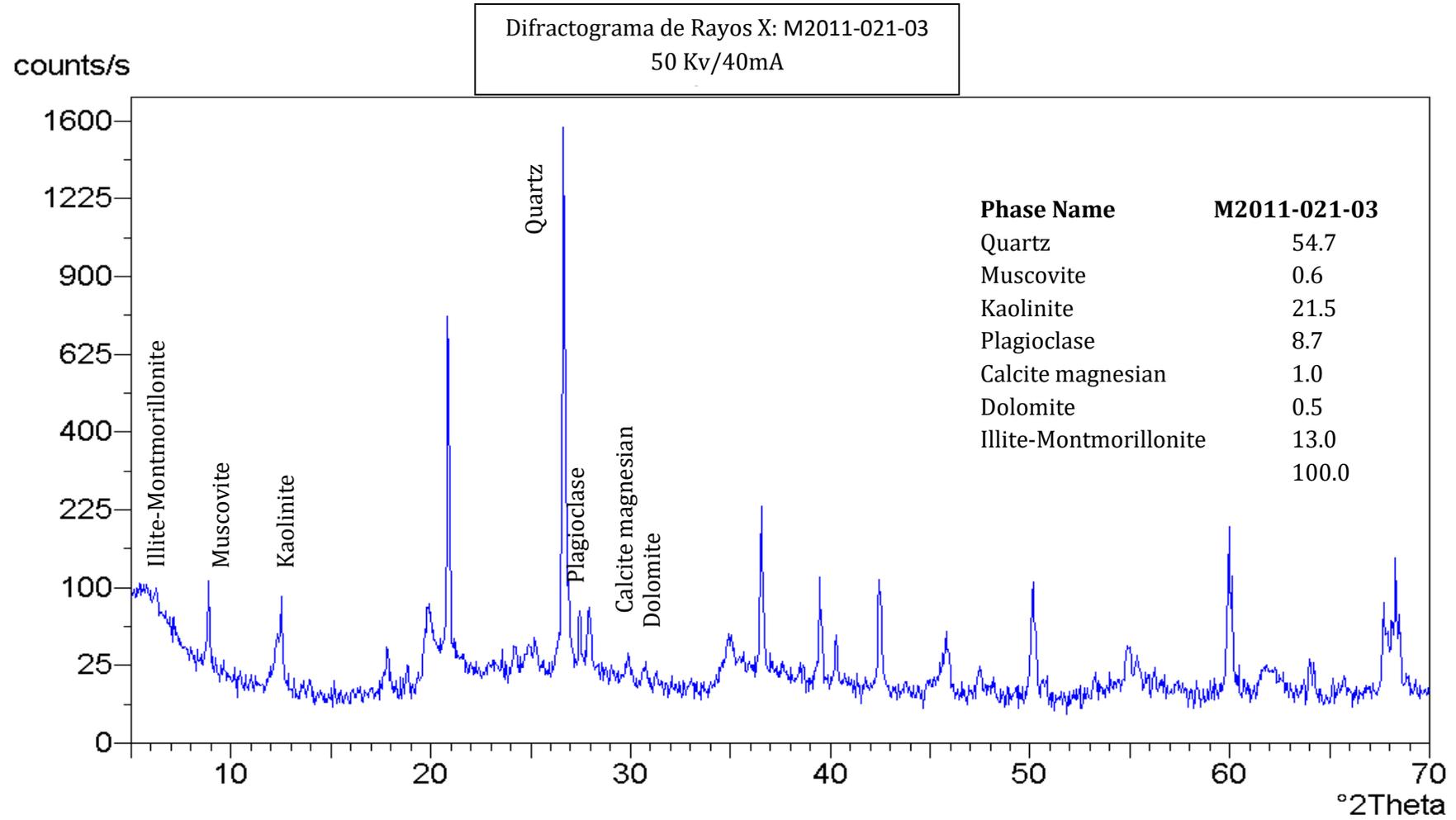
**Difractogramas indexados de las 40 muestras de carreteras y sedimentos de Rio (solo planos cristalográficos más intensos son señalados).**

Difractograma de Rayos X: M2011-021-01  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni



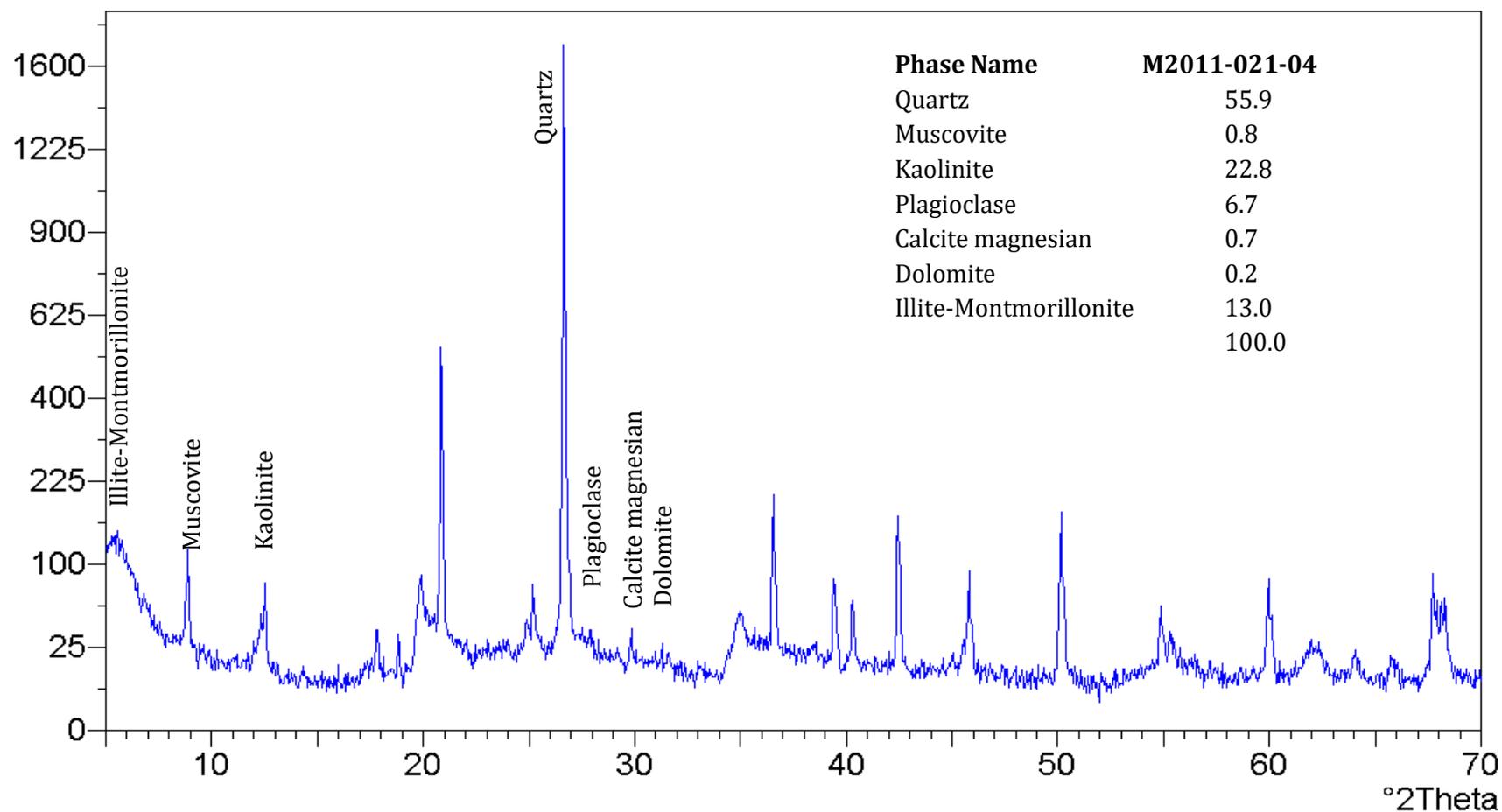
Difractograma de Rayos X: M2011-021-02  
50 Kv/40mA  
Cu-Ni

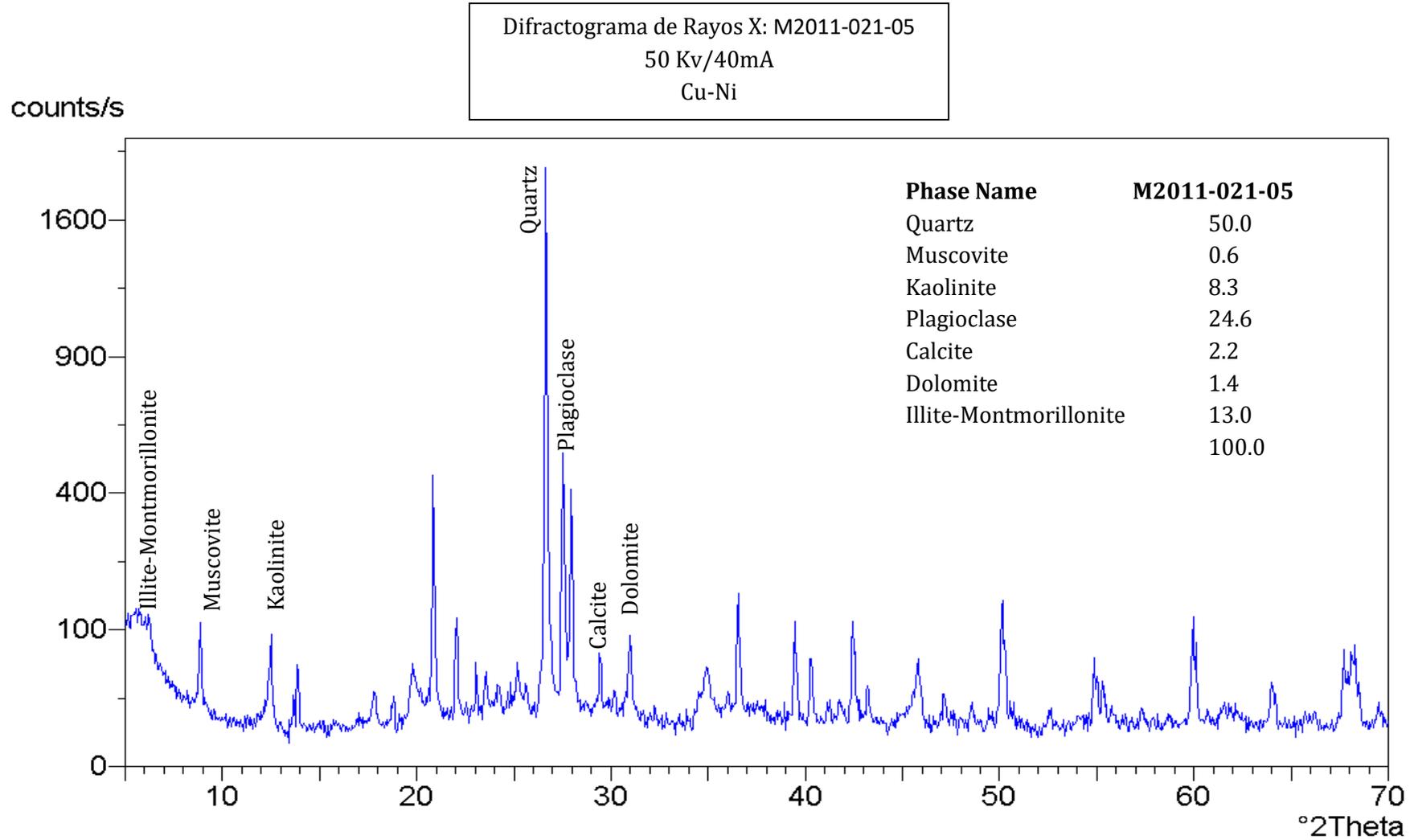


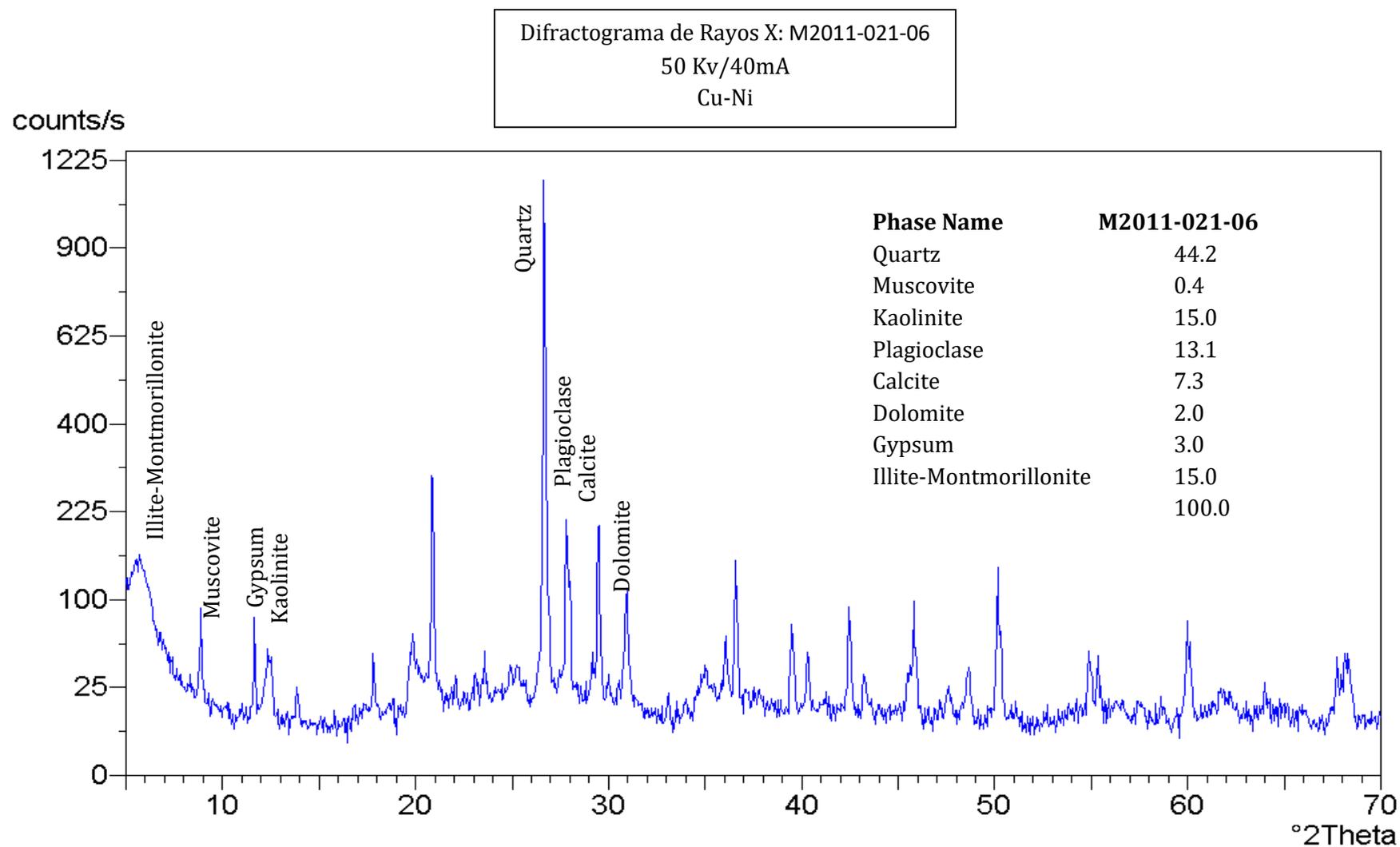


Difractograma de Rayos X: M2011-021-04  
50 Kv/40mA  
Cu-Ni

counts/s

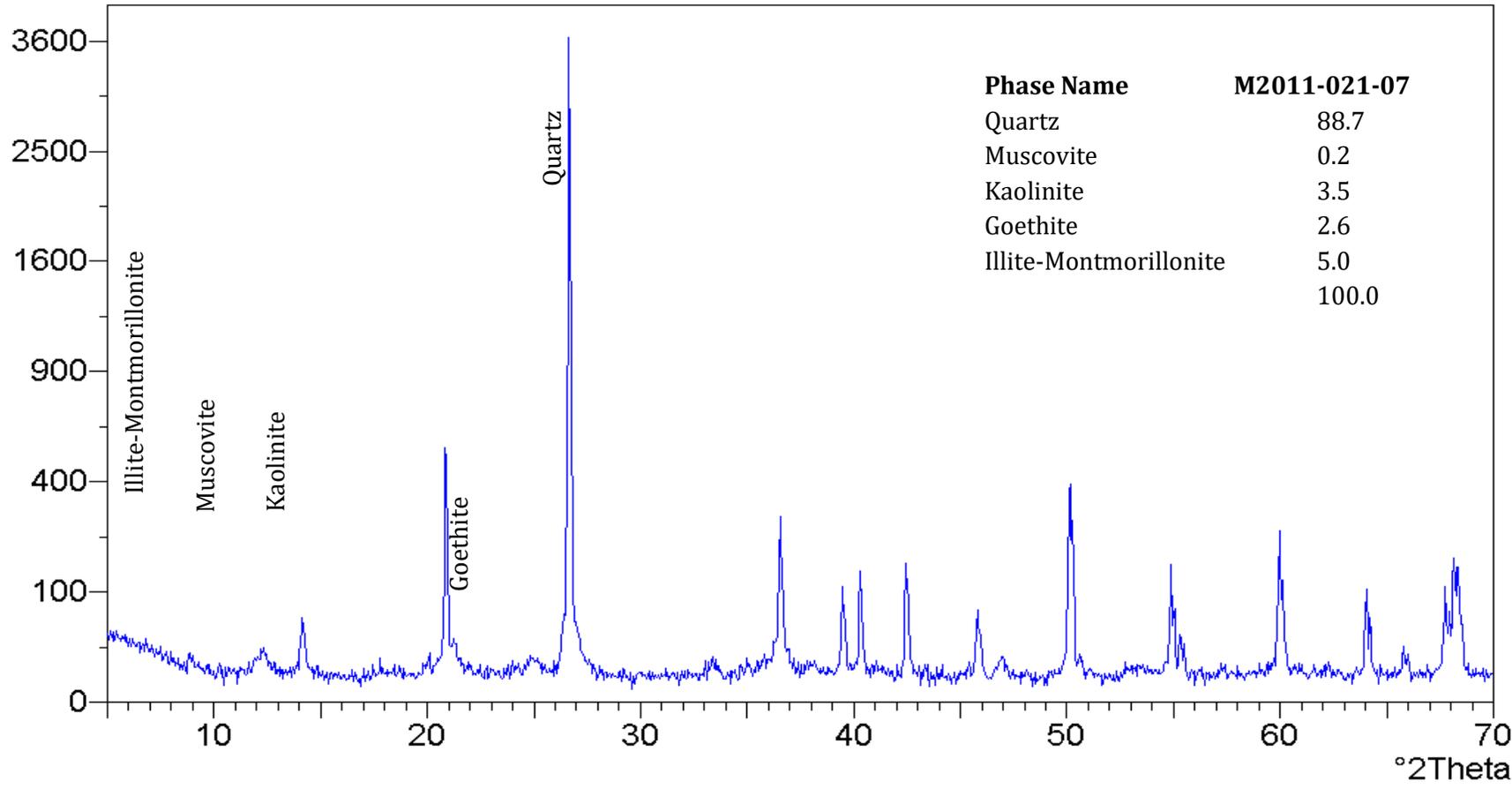






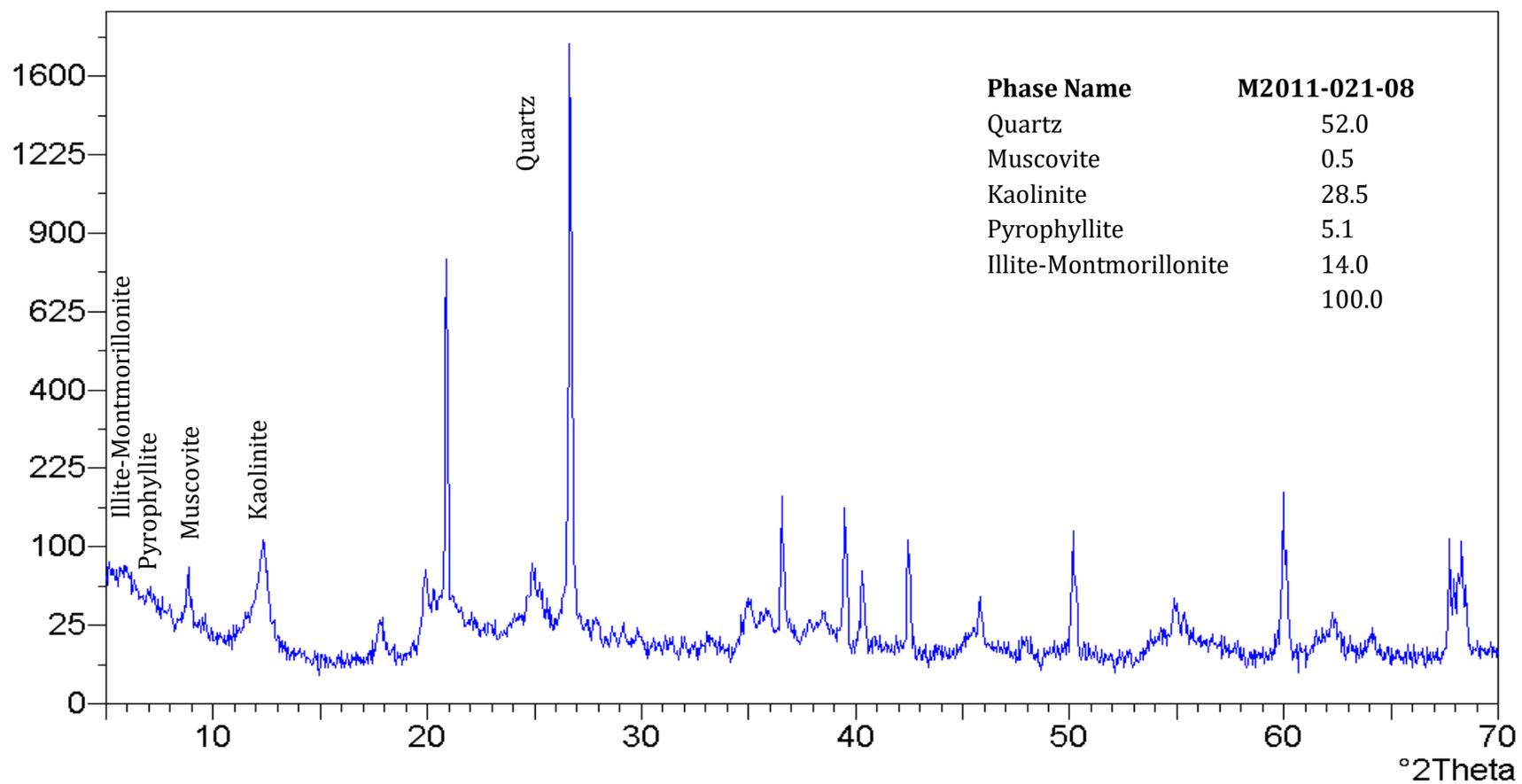
Difractograma de Rayos X: M2011-021-07  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni

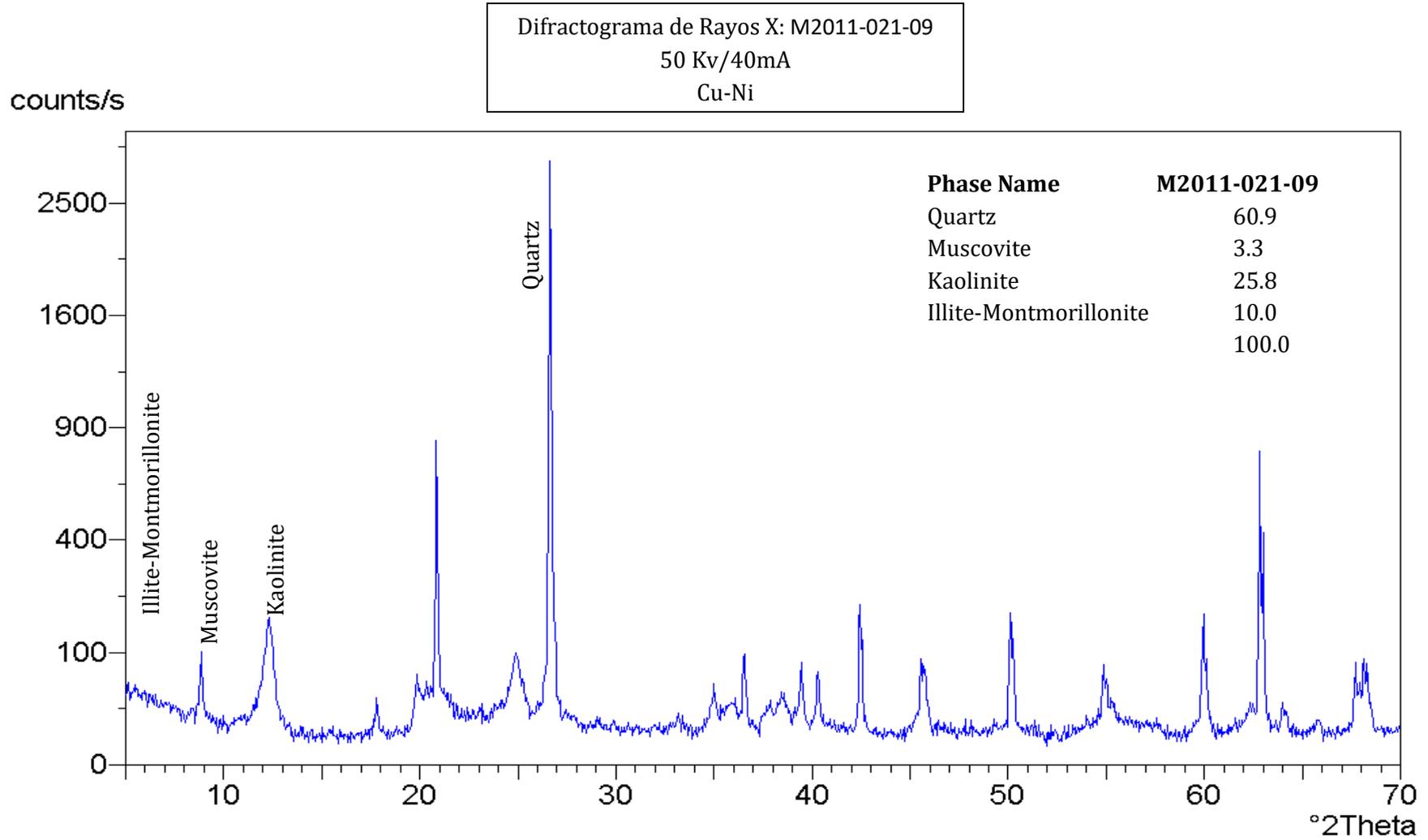
counts/s

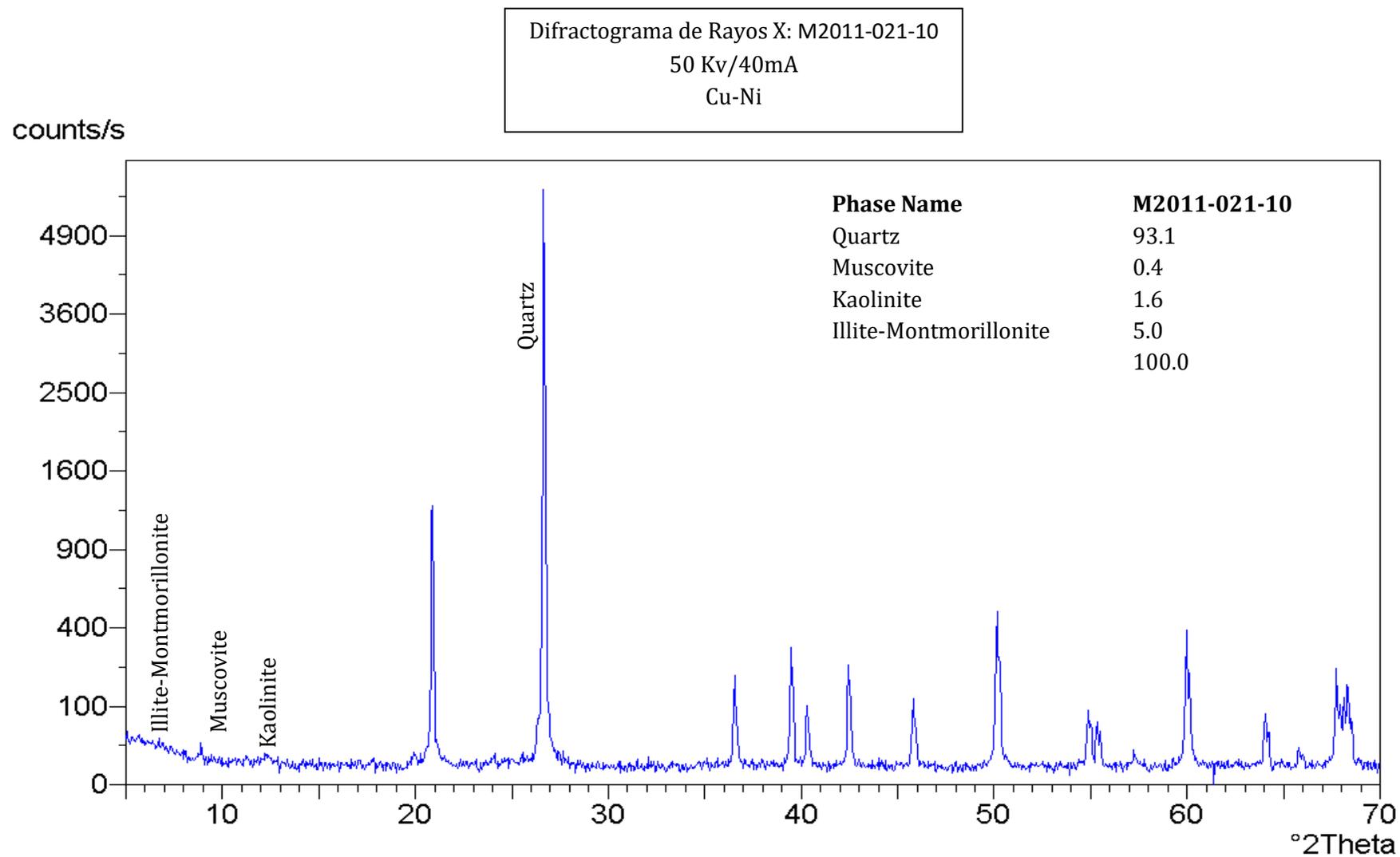


Difractograma de Rayos X: M2011-021-08  
50 Kv/40mA  
Cu-Ni

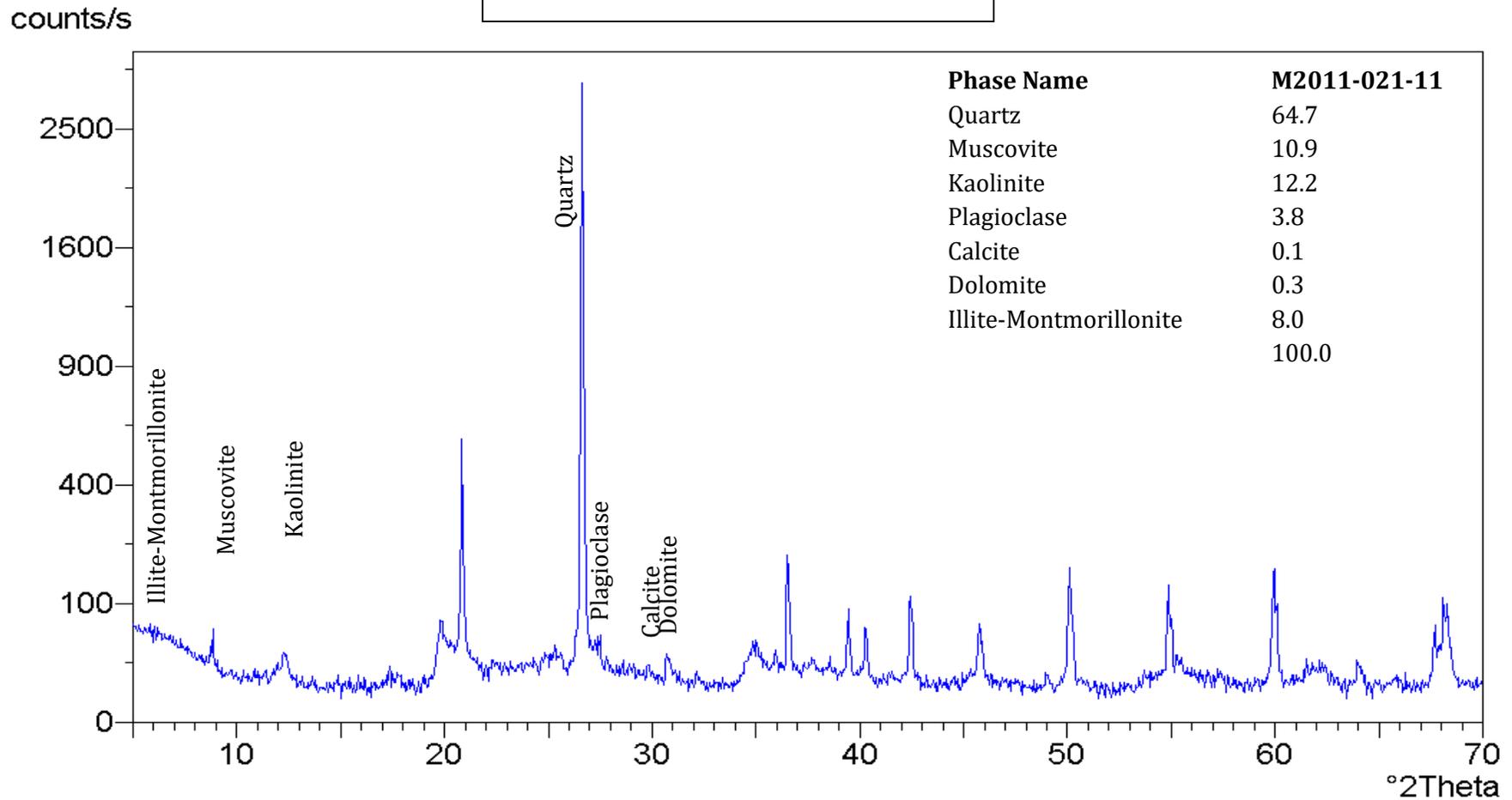
counts/s



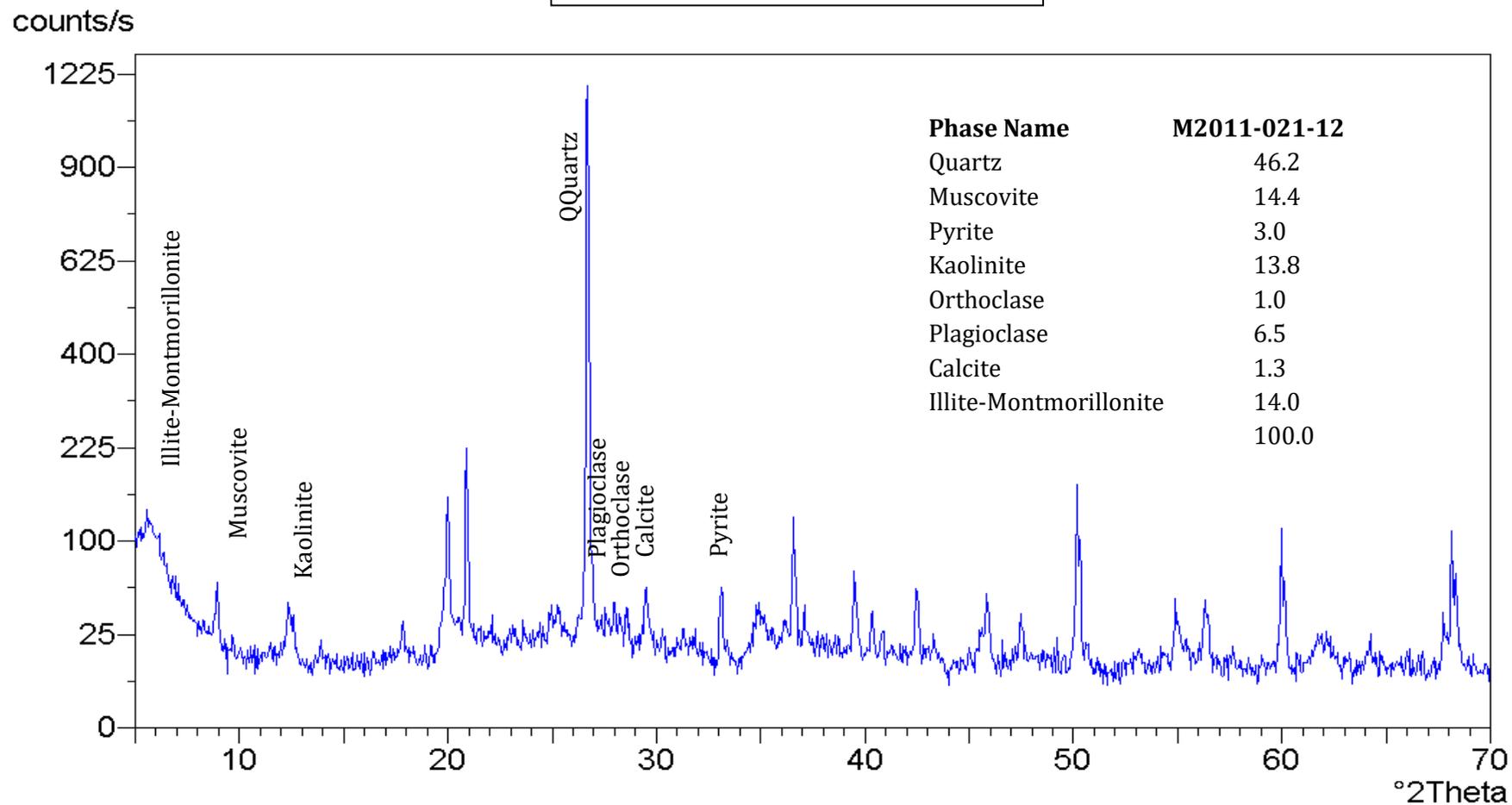


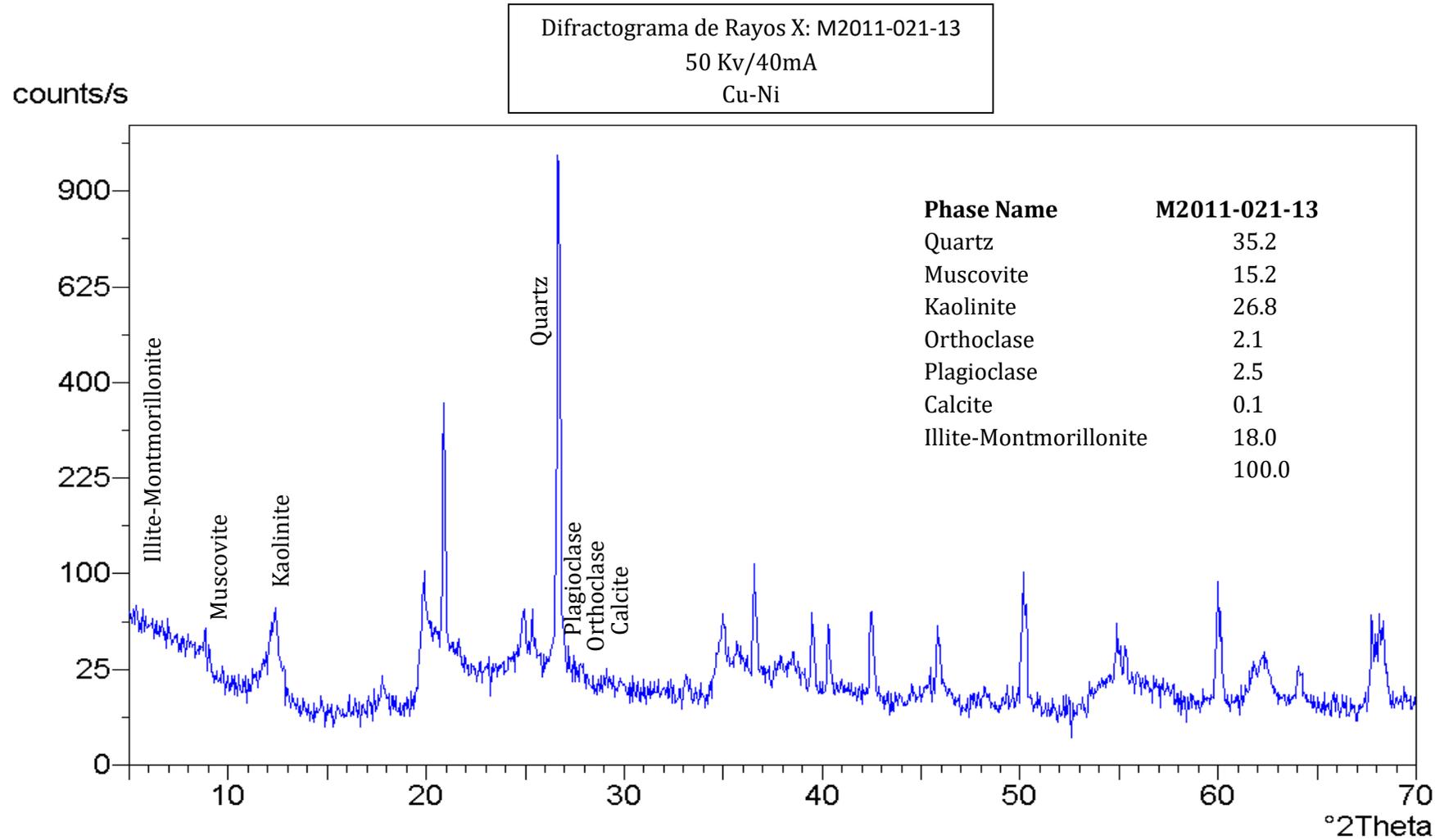


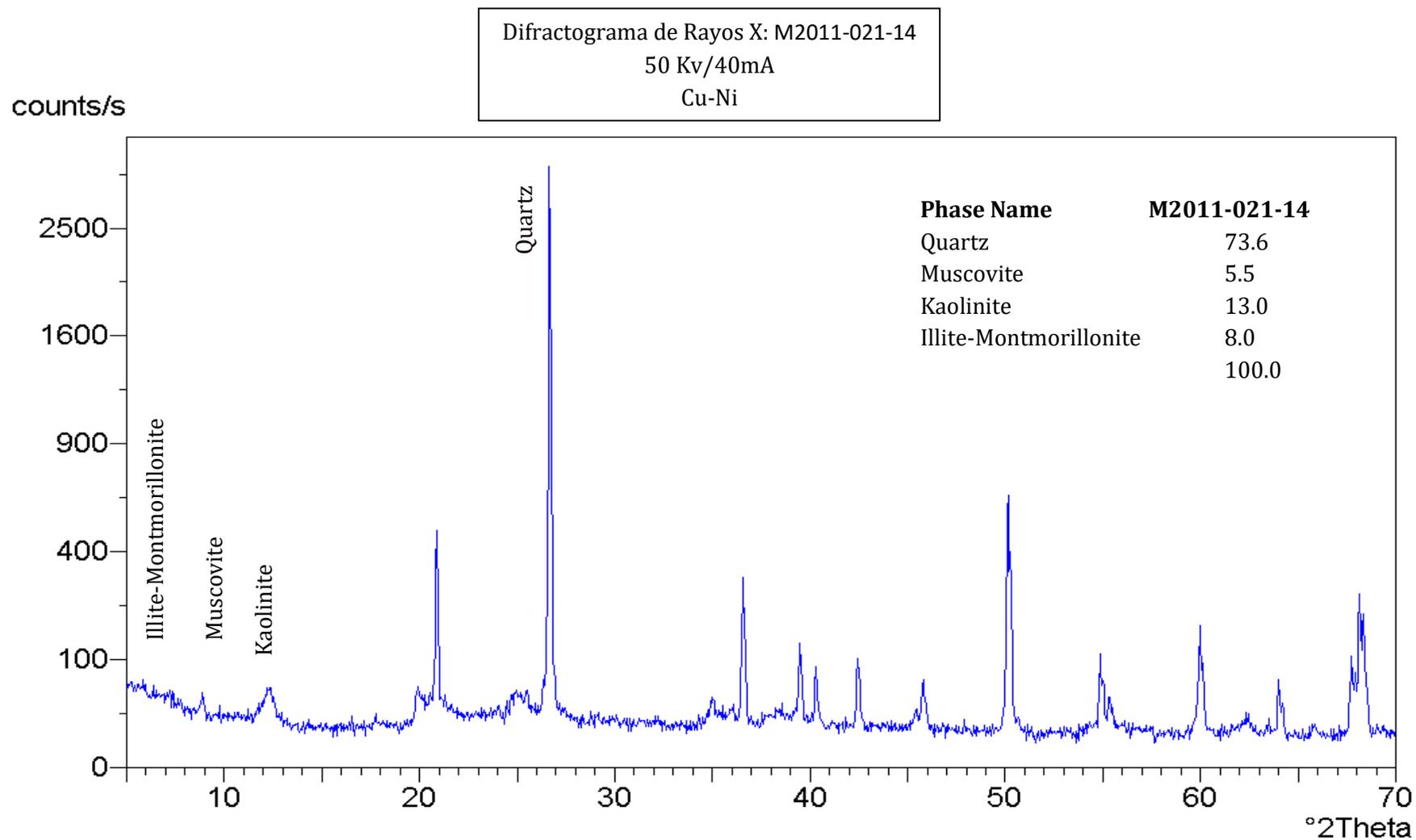
Difractograma de Rayos X: M2011-021-11  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni

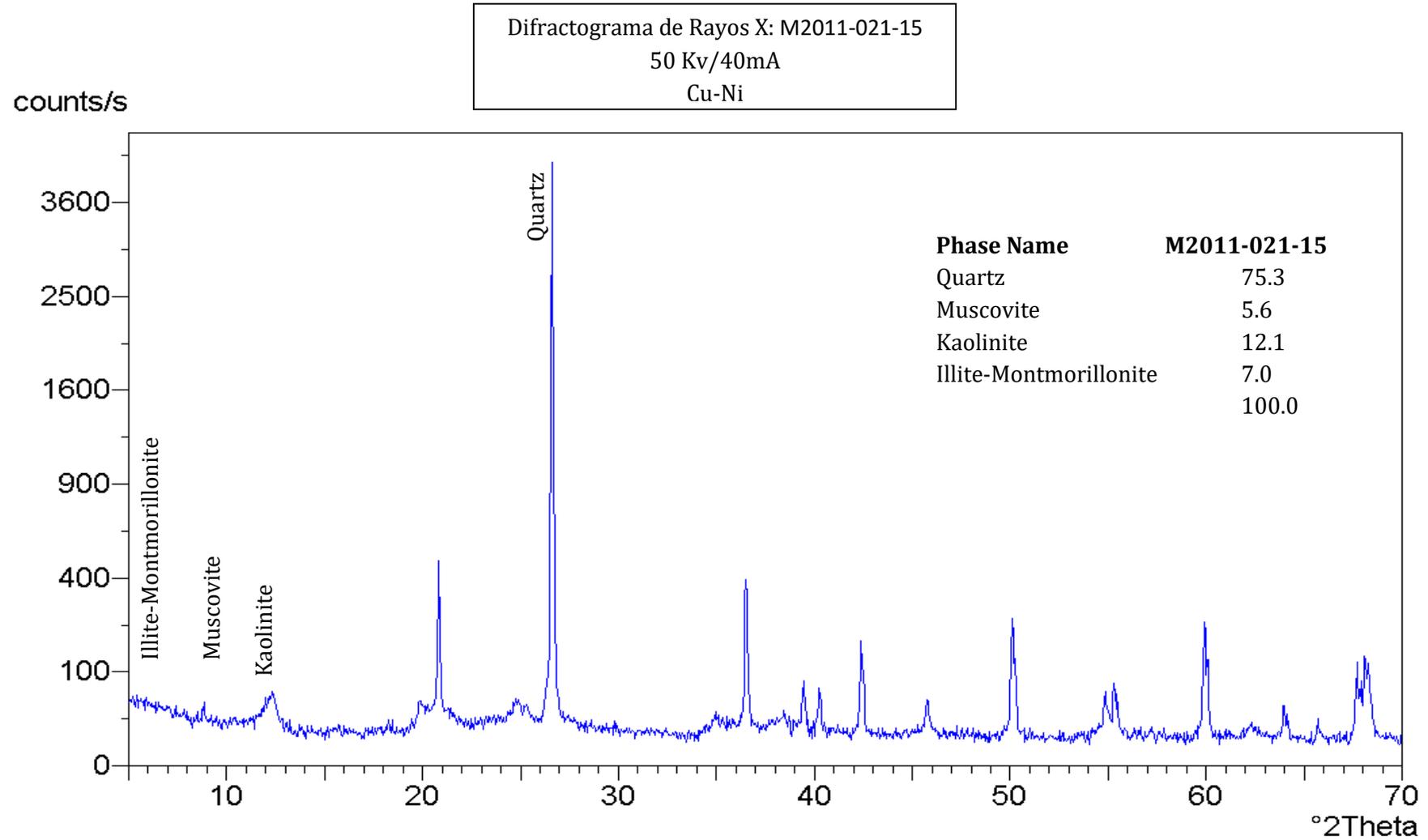


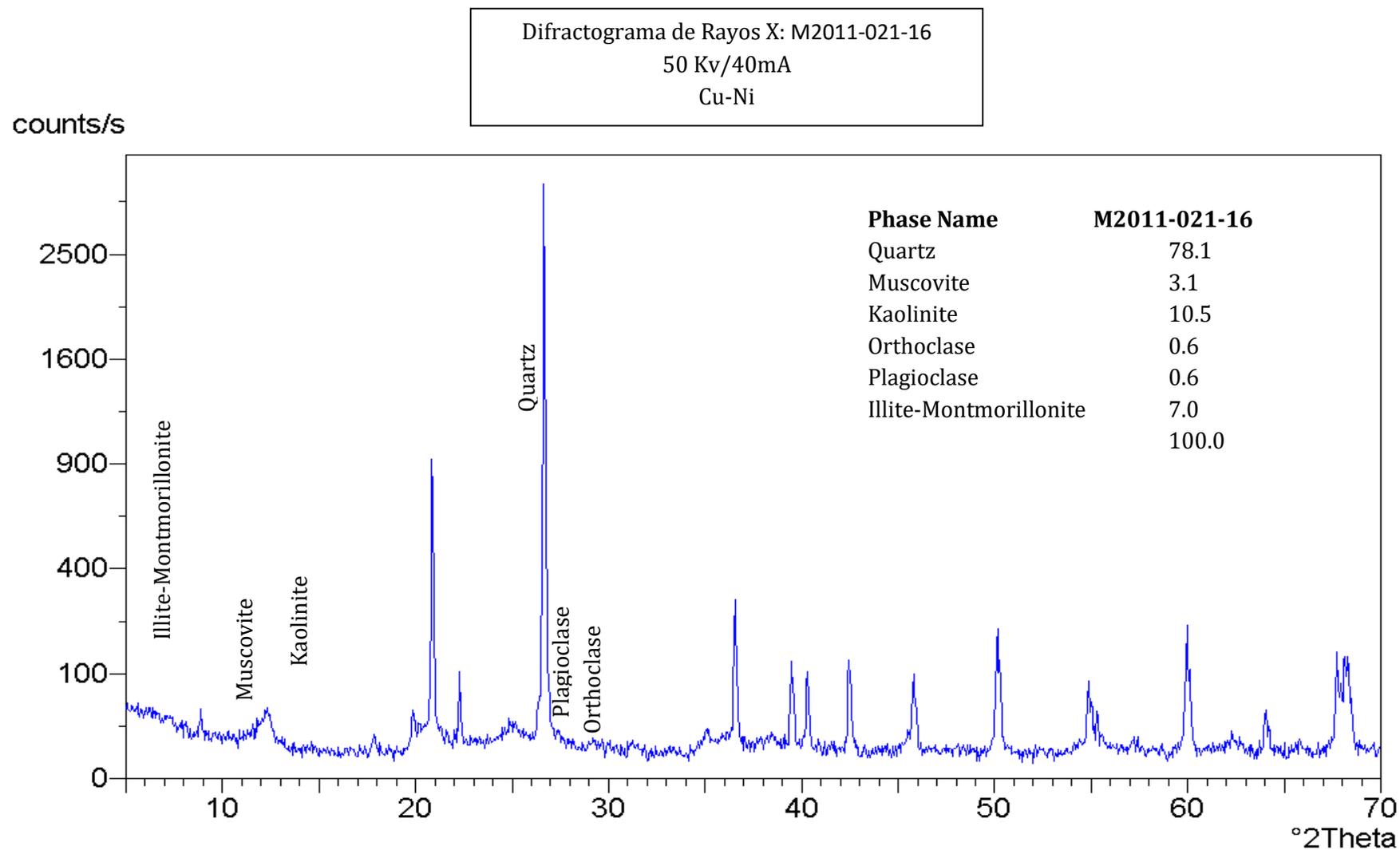
Difractograma de Rayos X: M2011-021-12  
50 Kv/40mA  
Cu-Ni





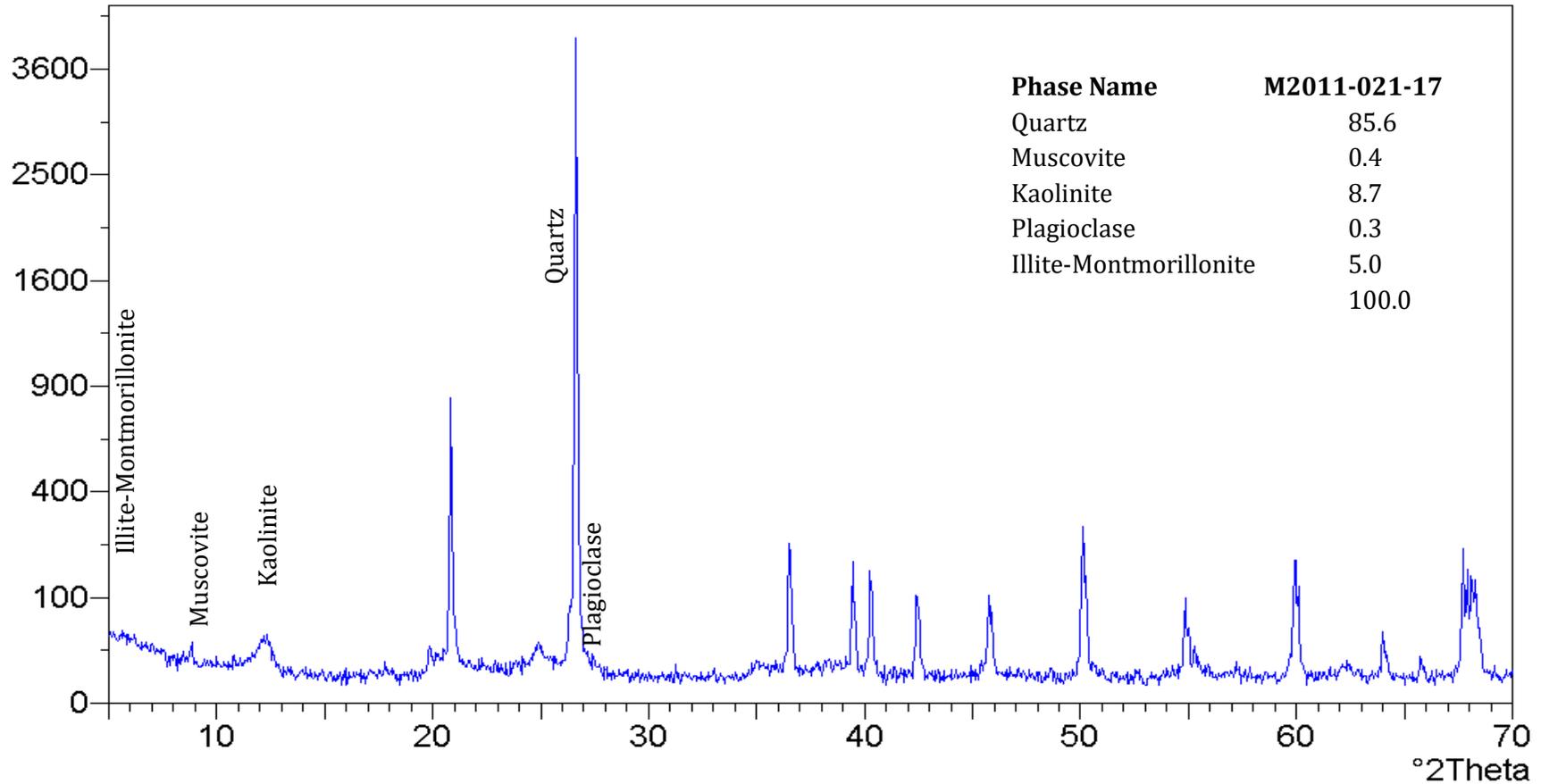


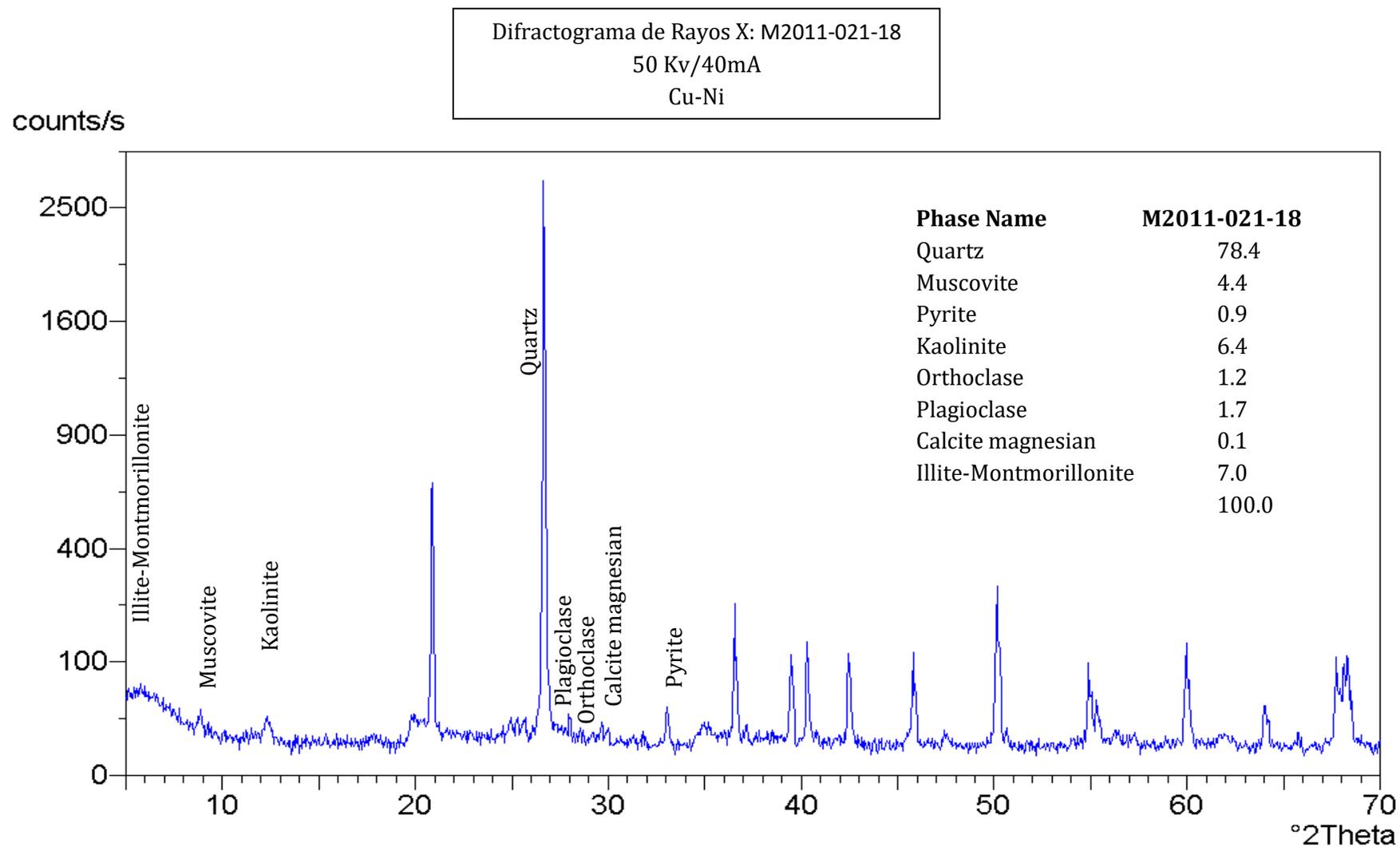


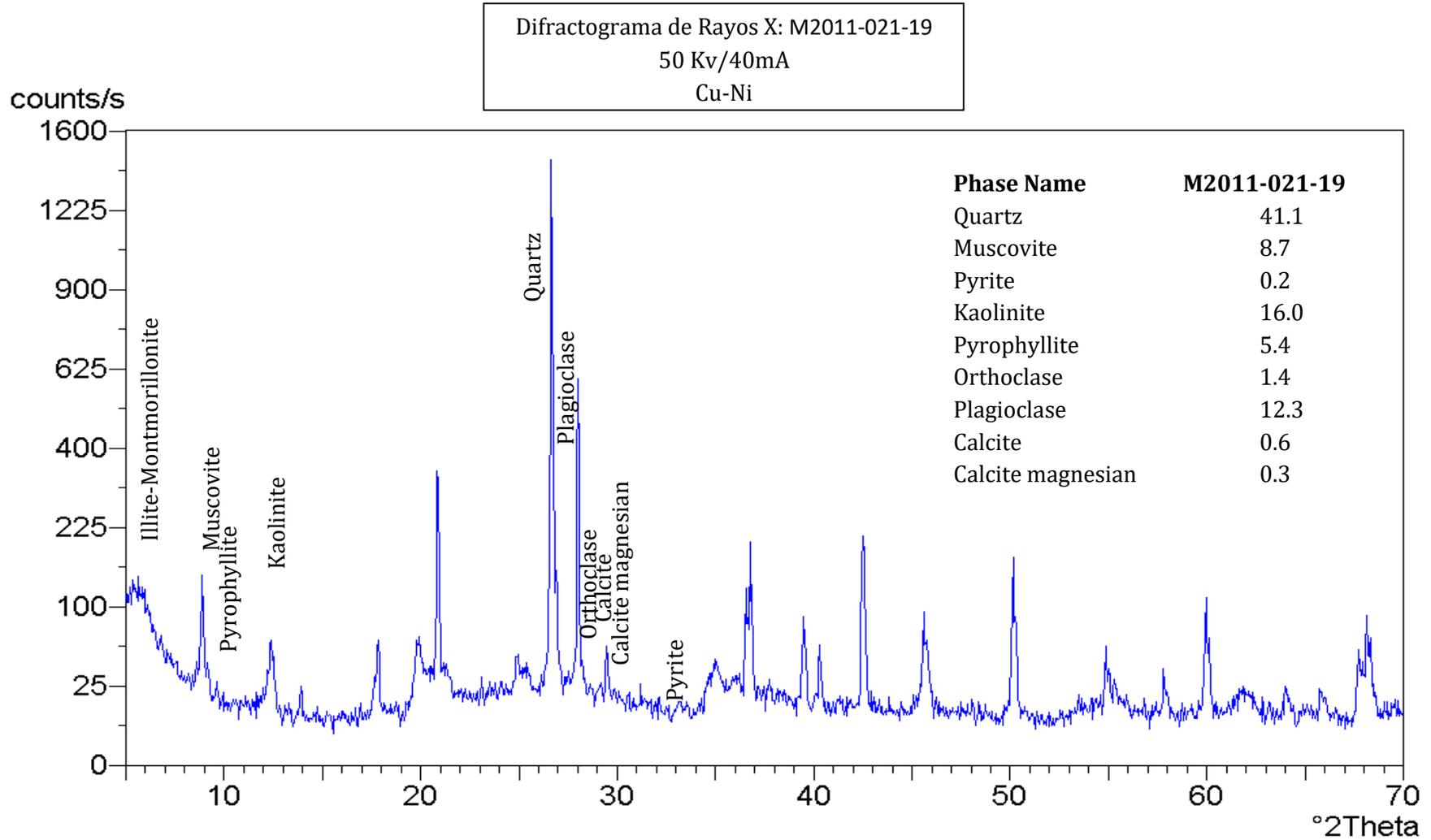


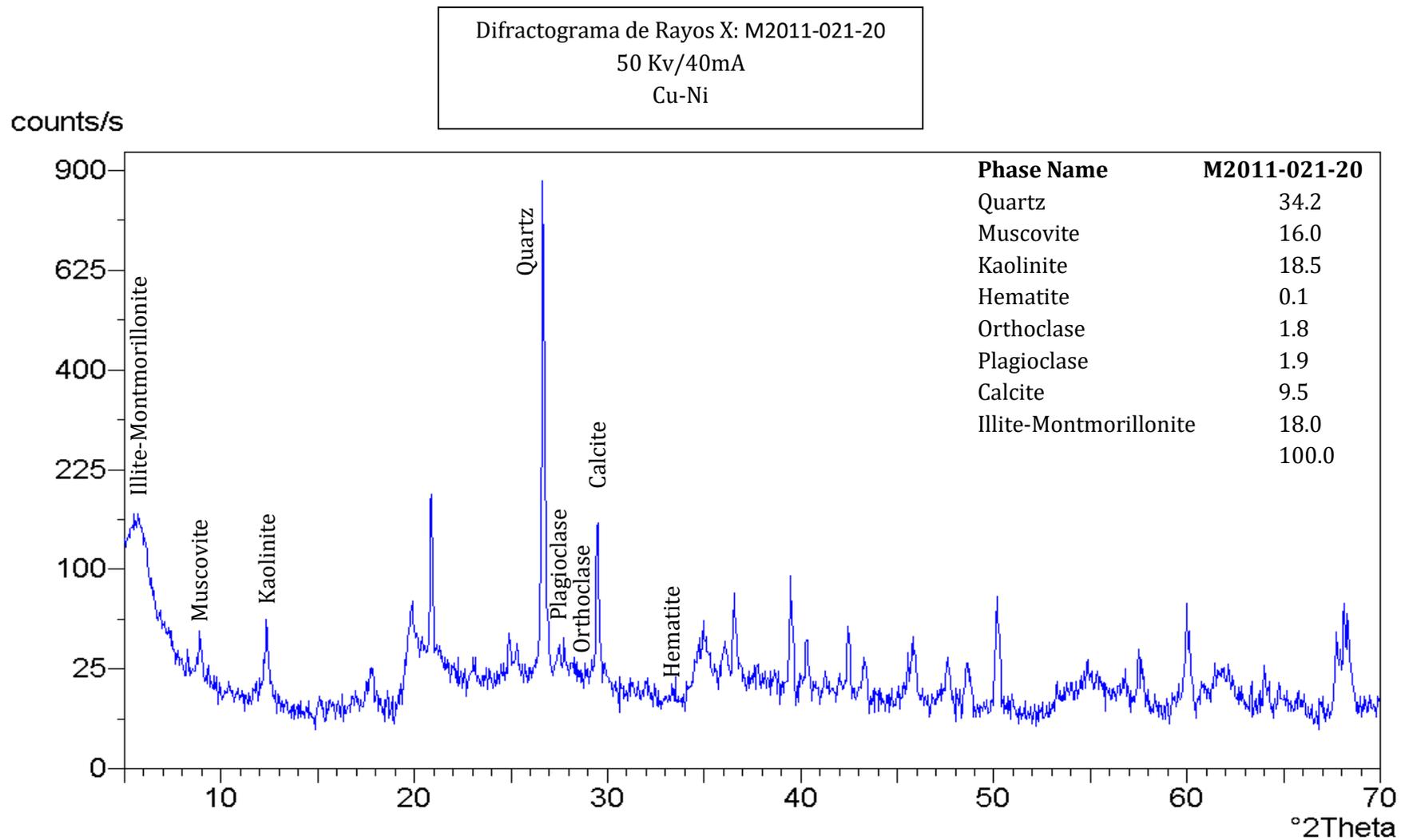
Difractograma de Rayos X: M2011-021-17  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni

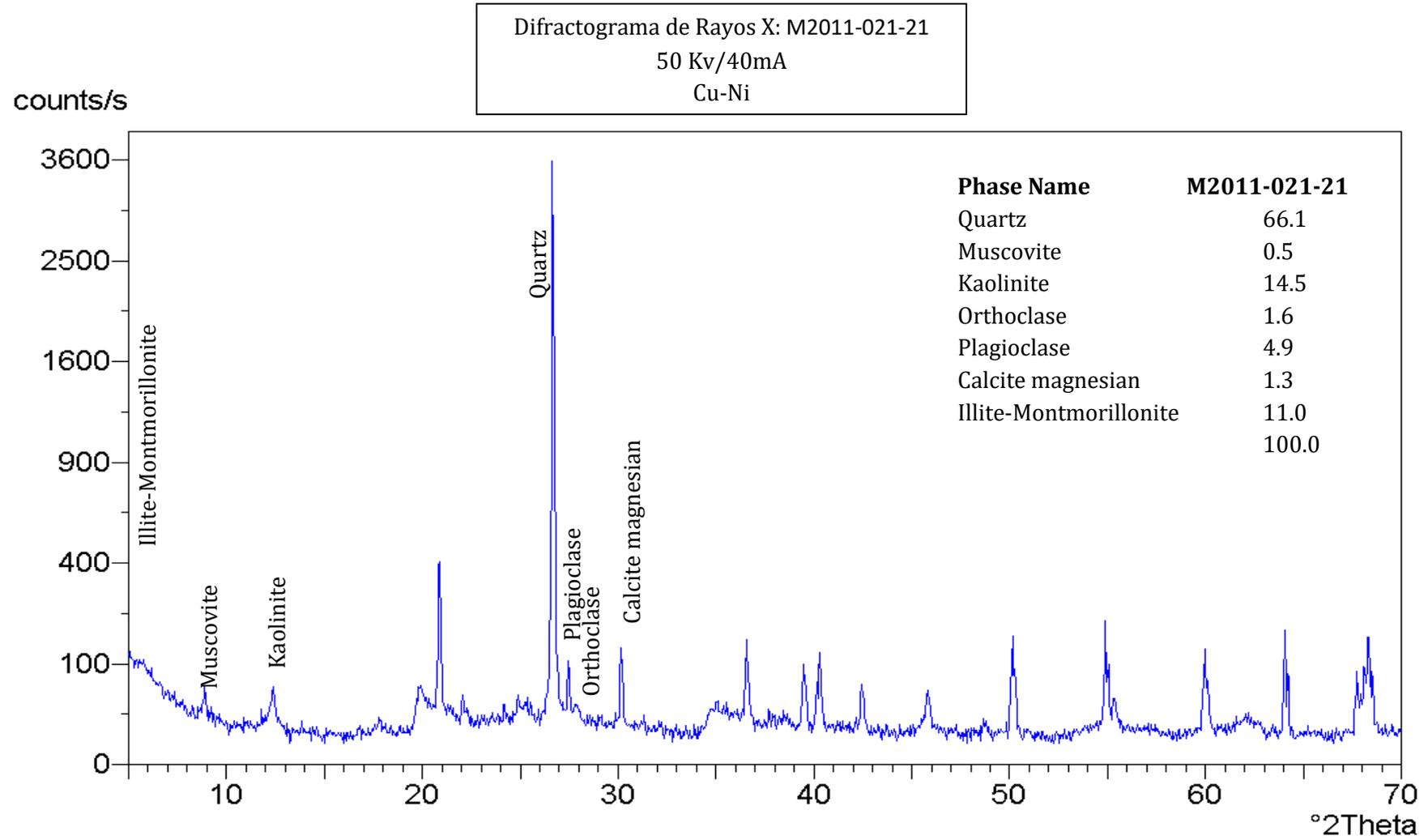
counts/s

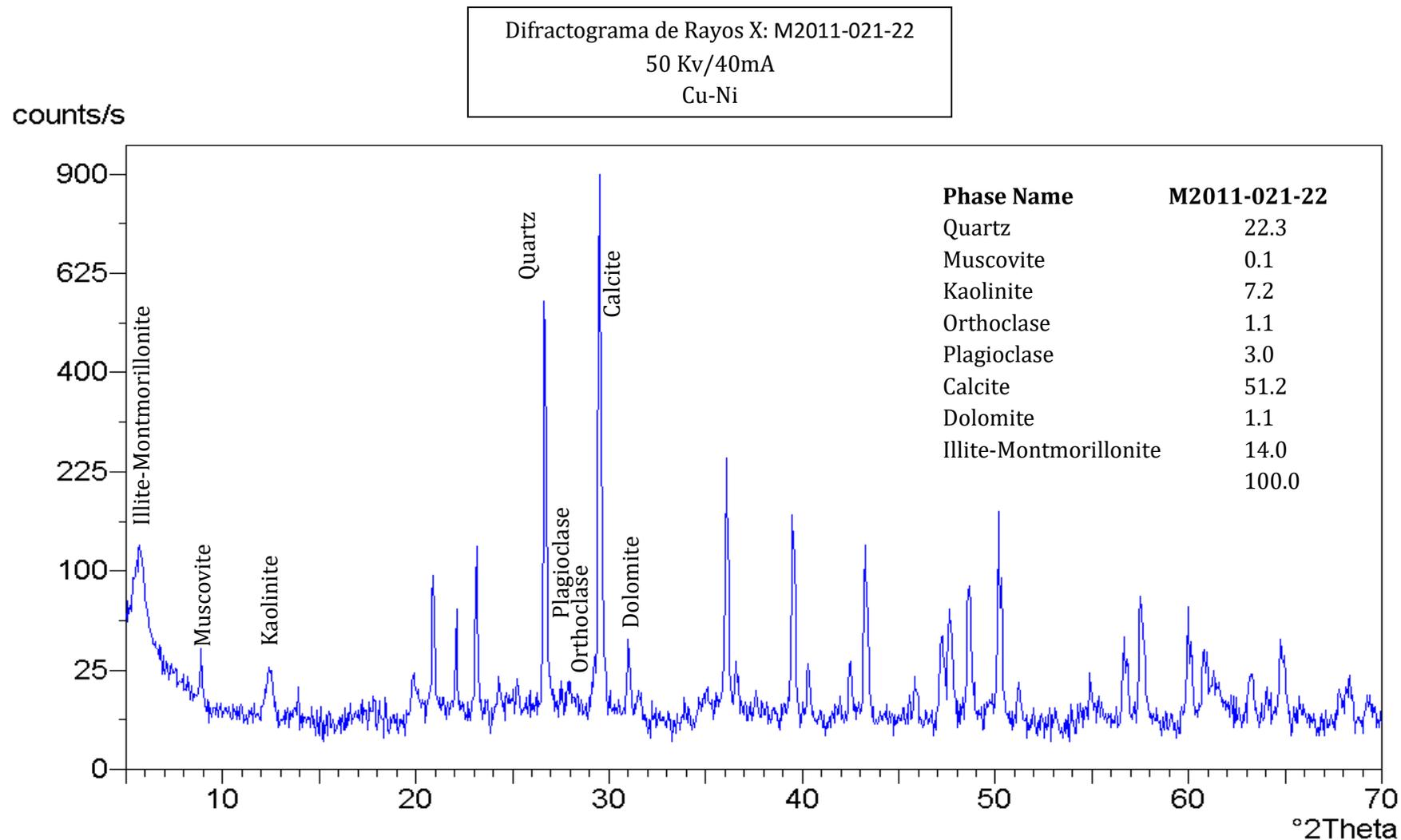






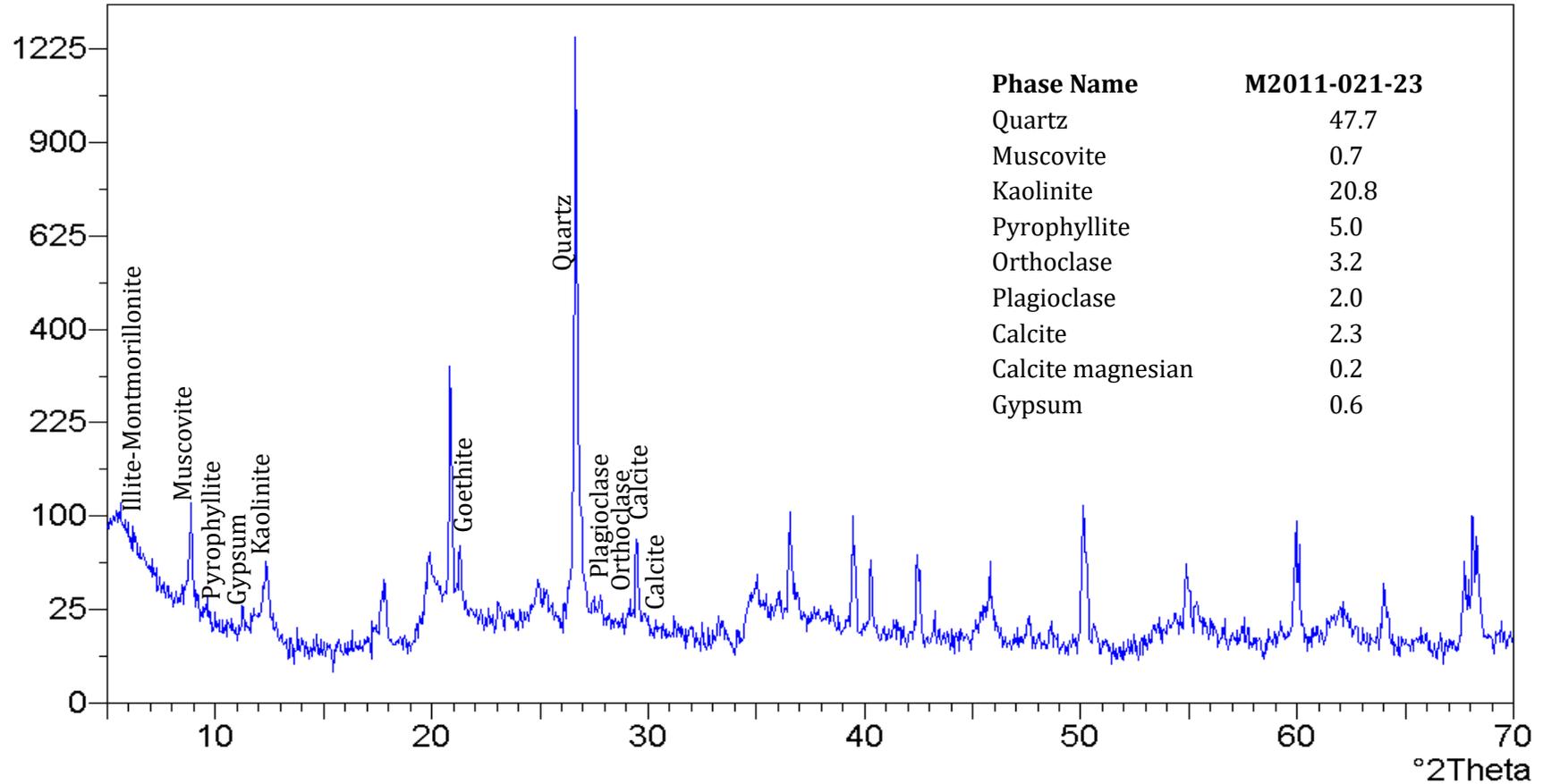


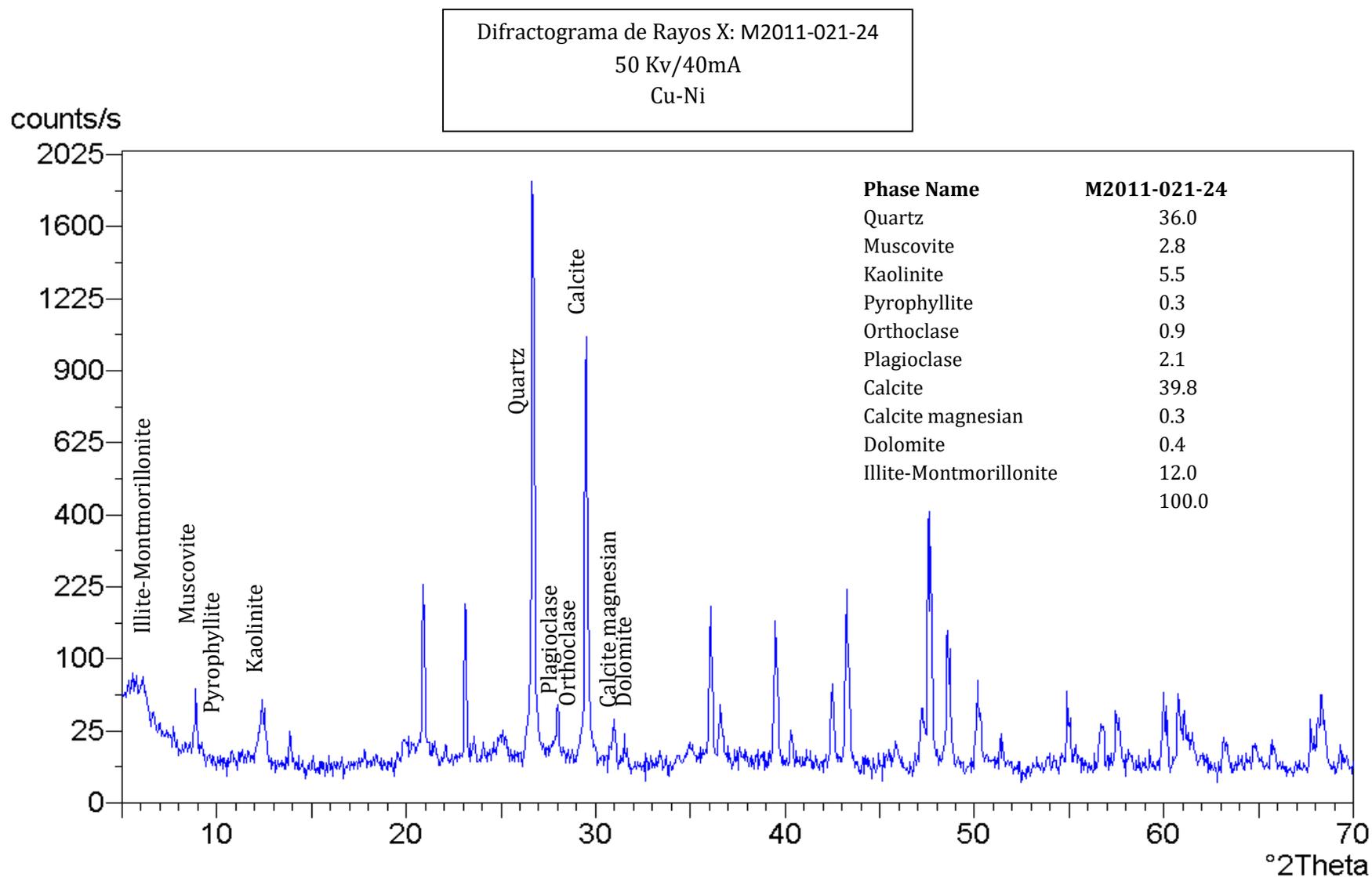


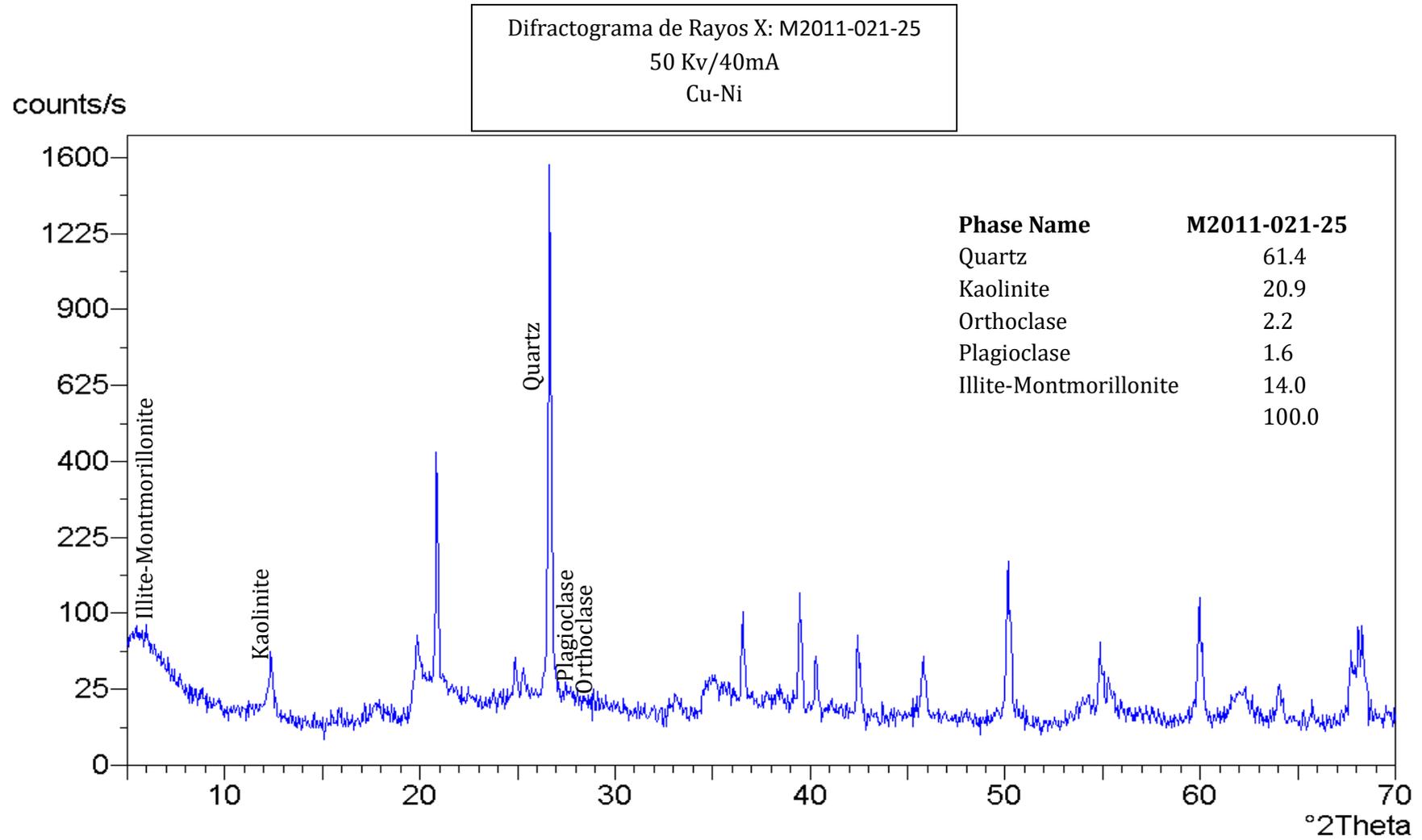


Difractograma de Rayos X: M2011-021-23  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni

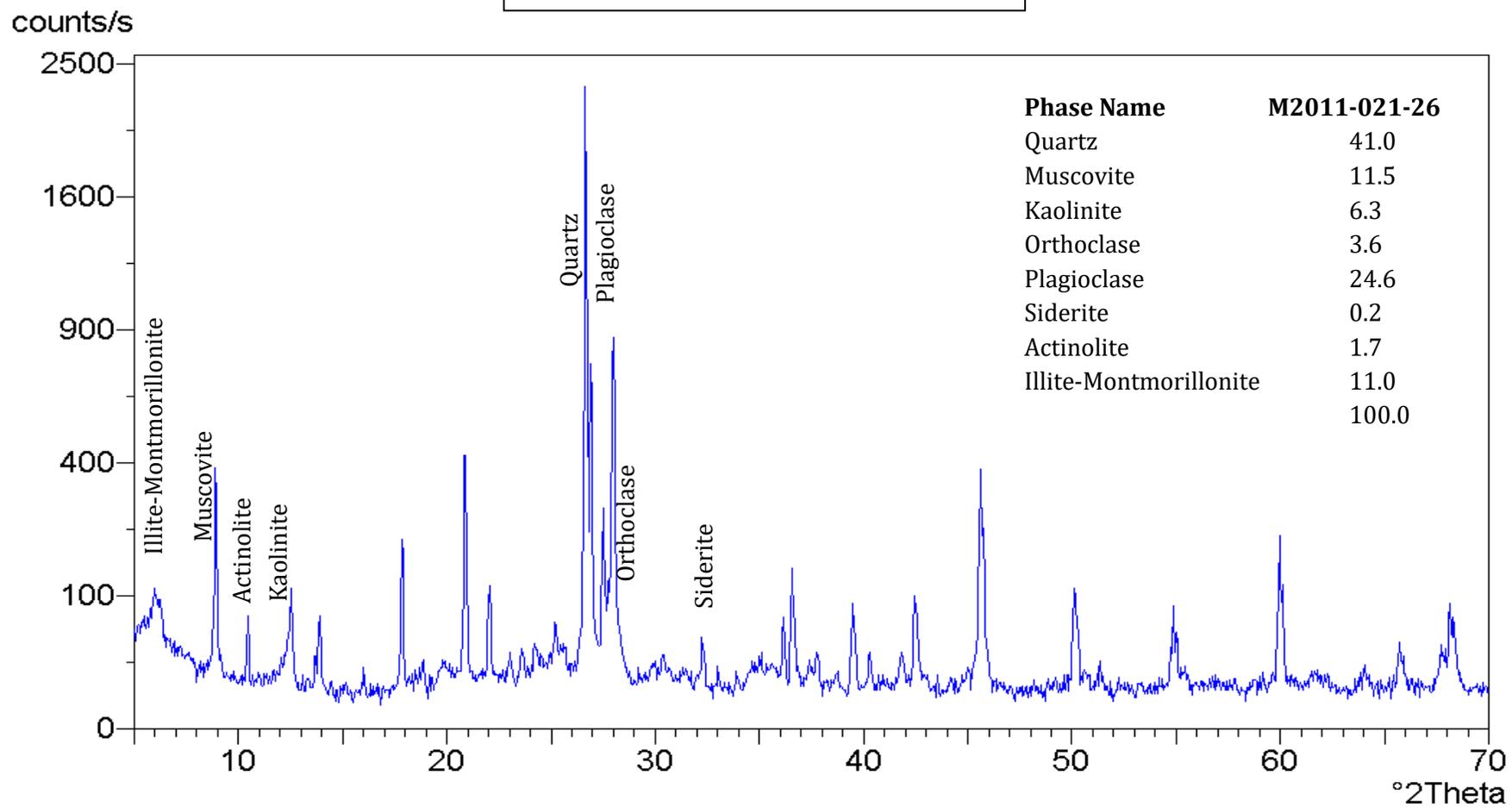
counts/s





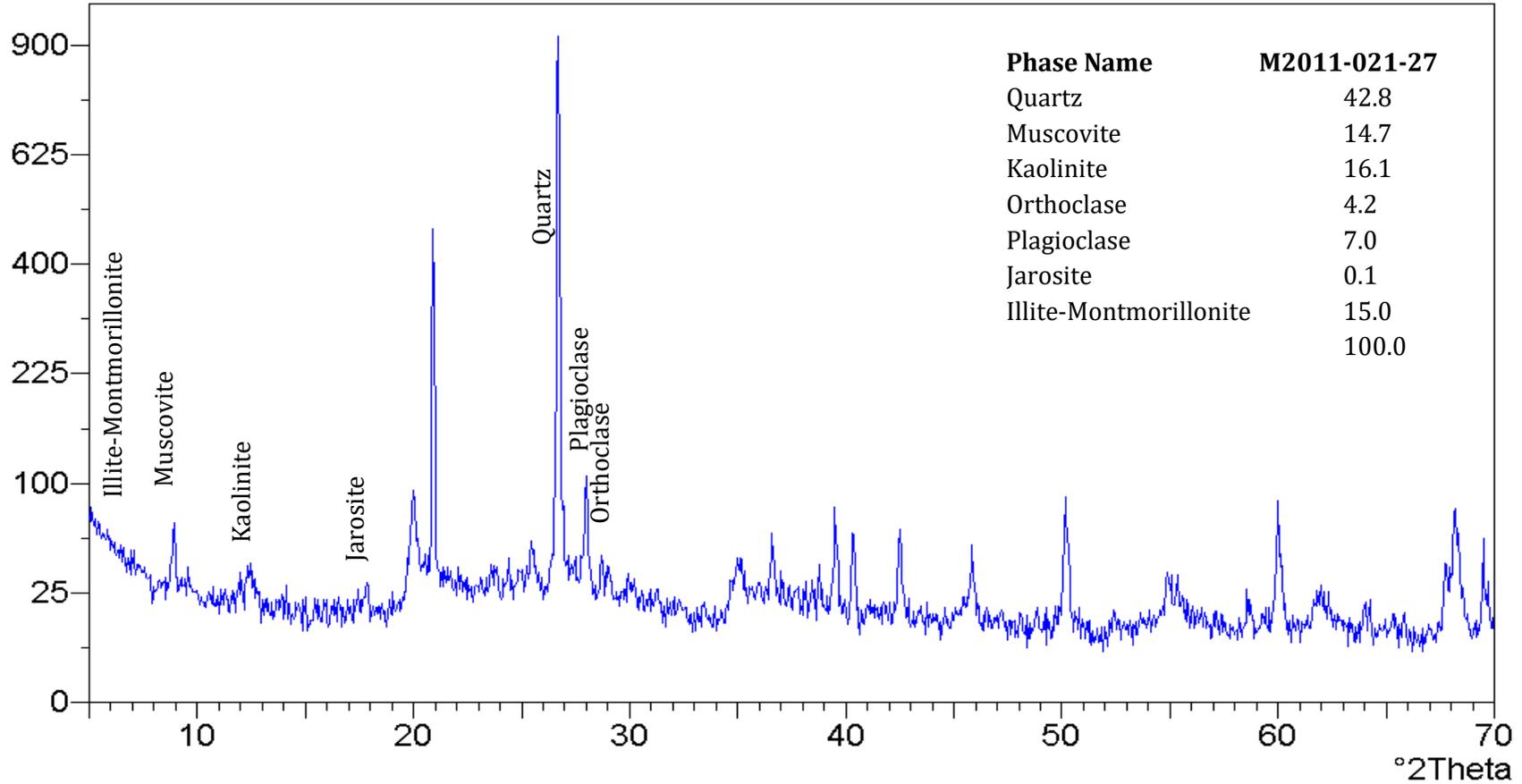


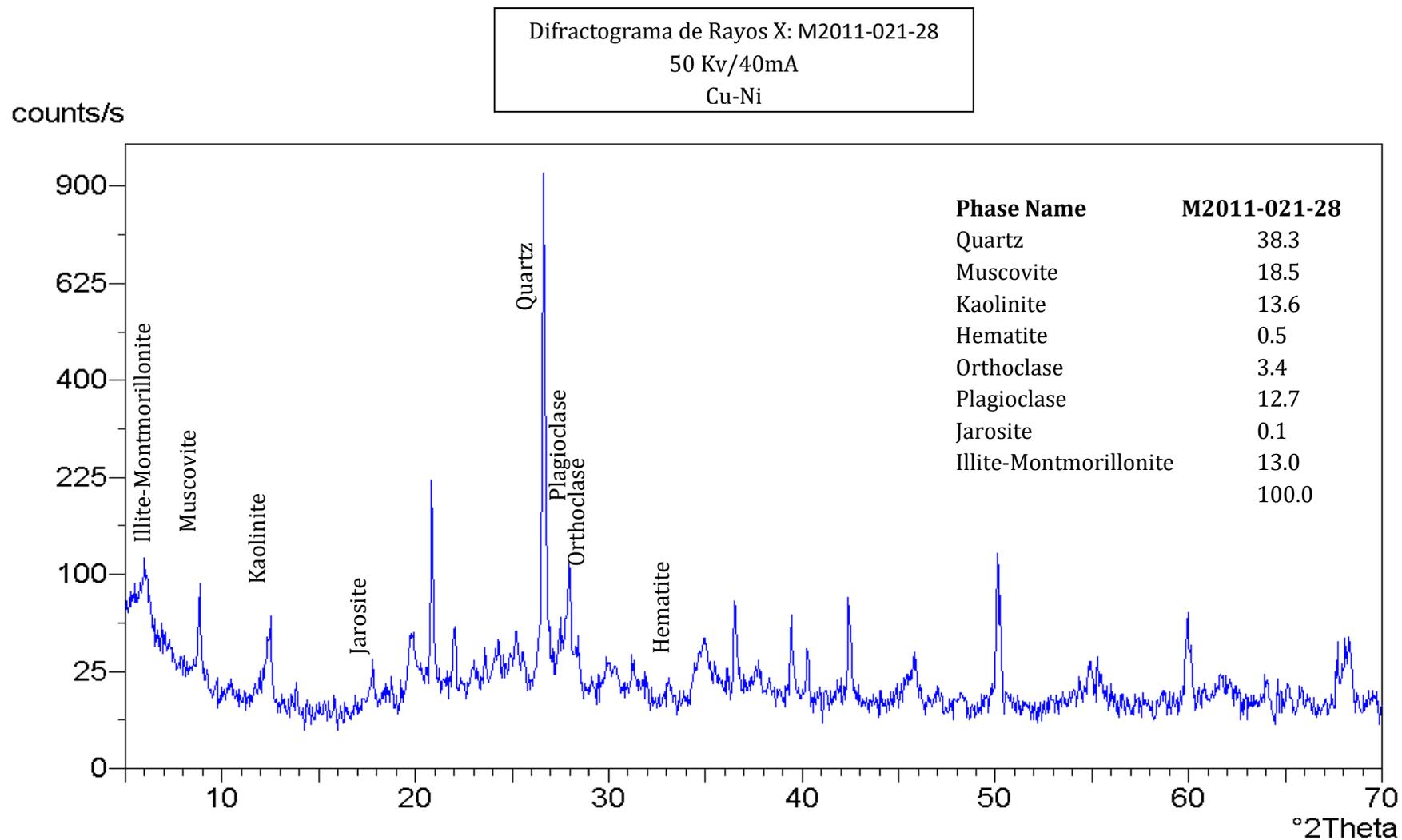
Difractograma de Rayos X: M2011-021-26  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni

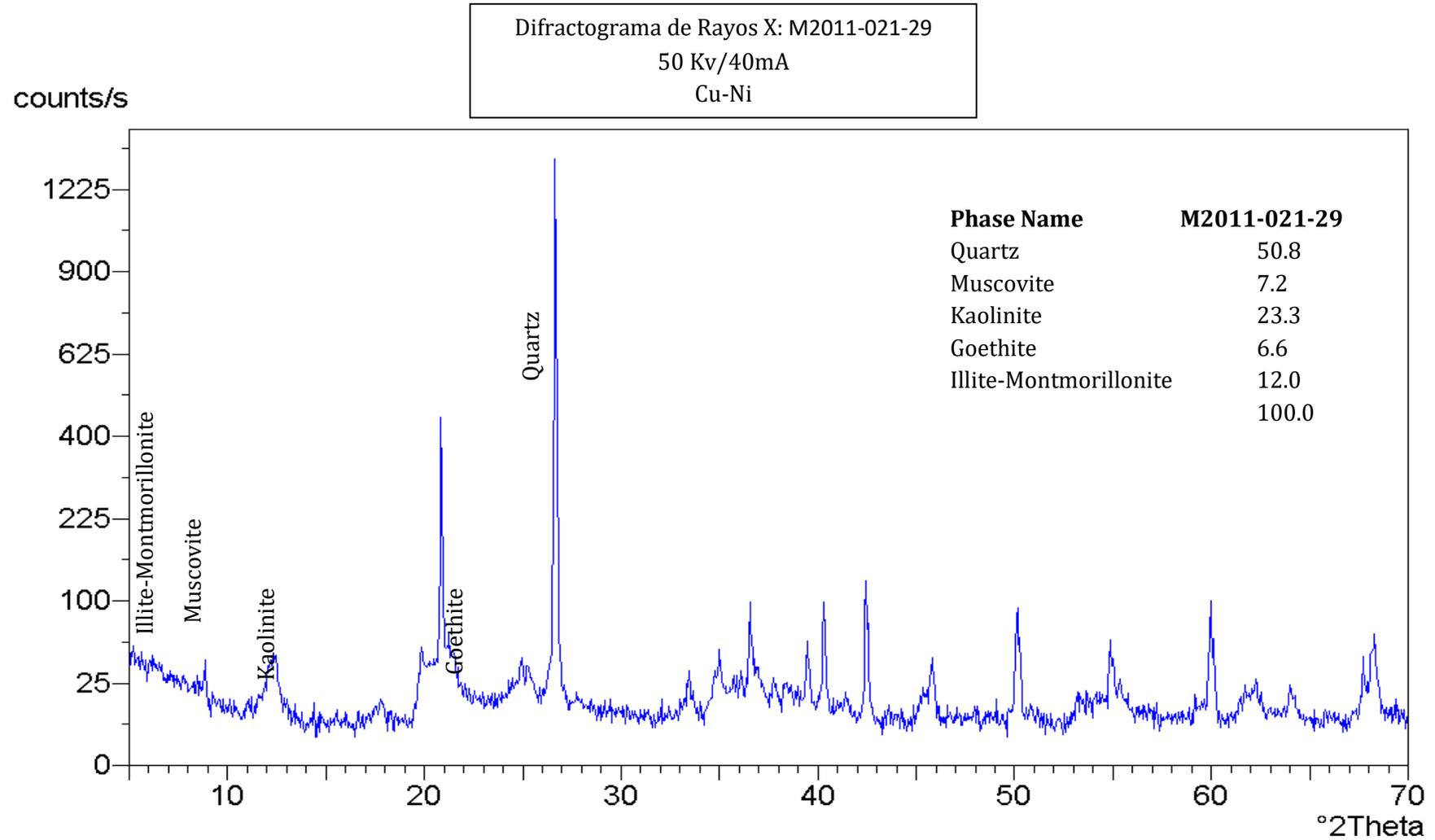


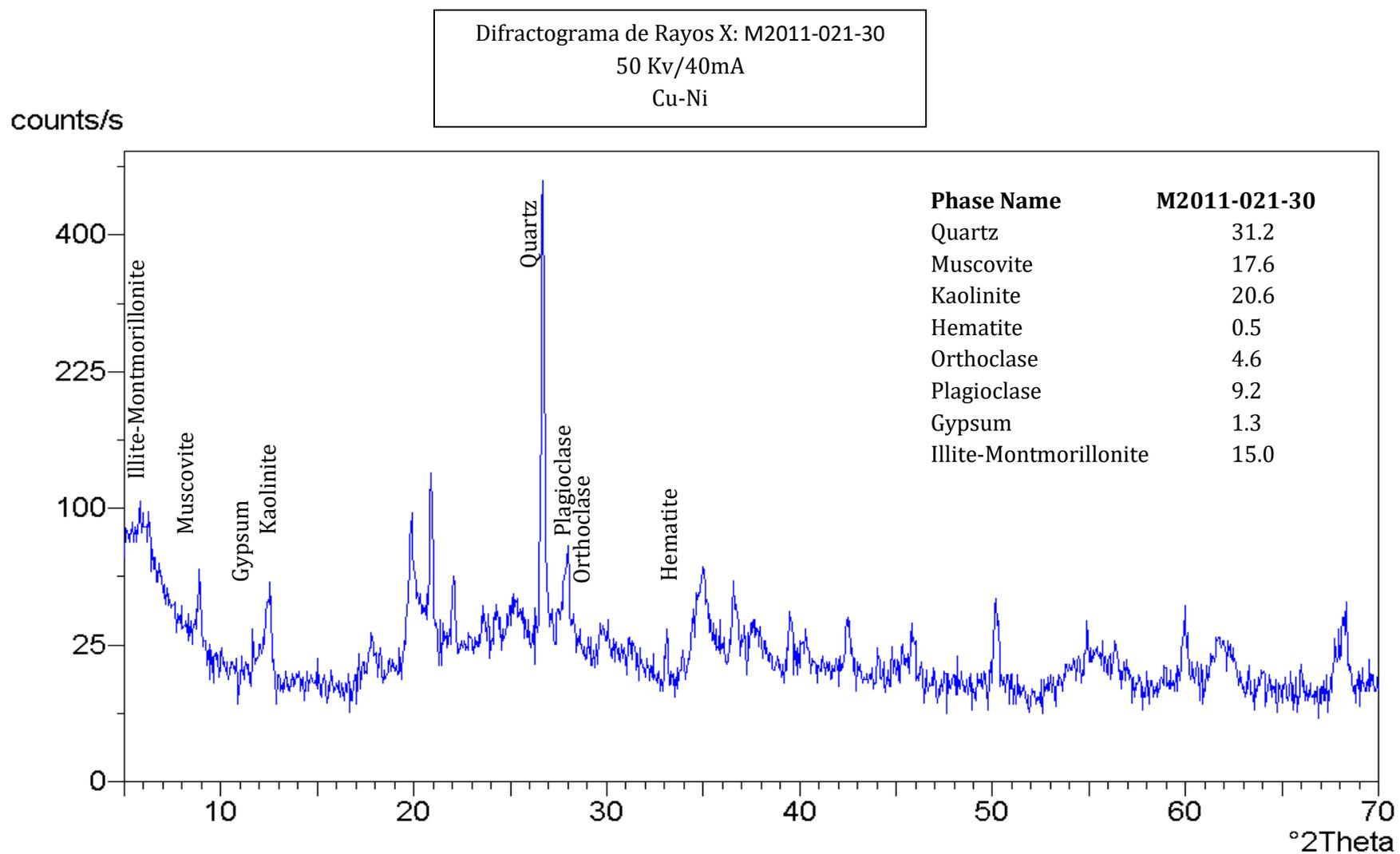
Difractograma de Rayos X: M2011-021-27  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni

counts/s

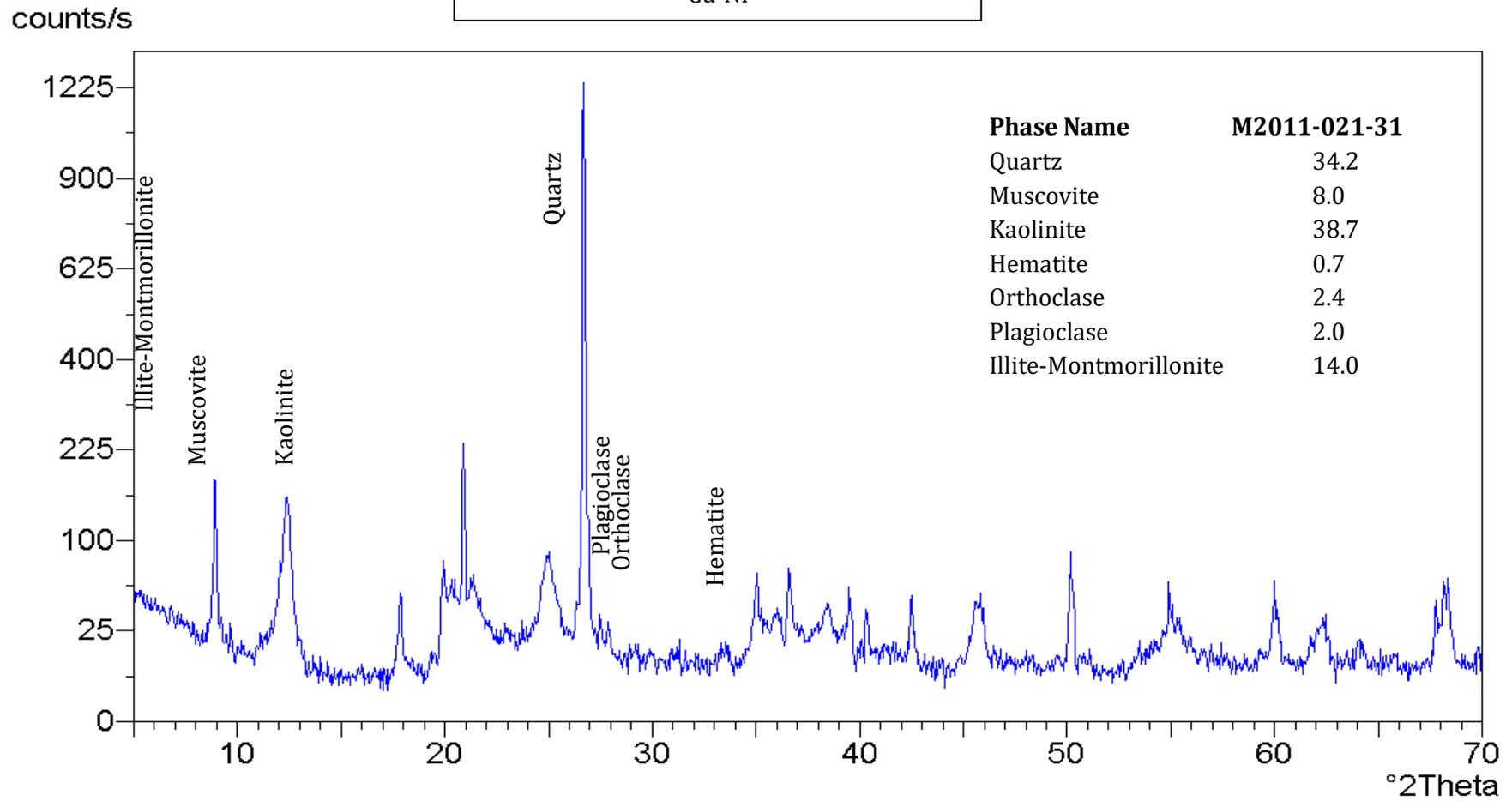


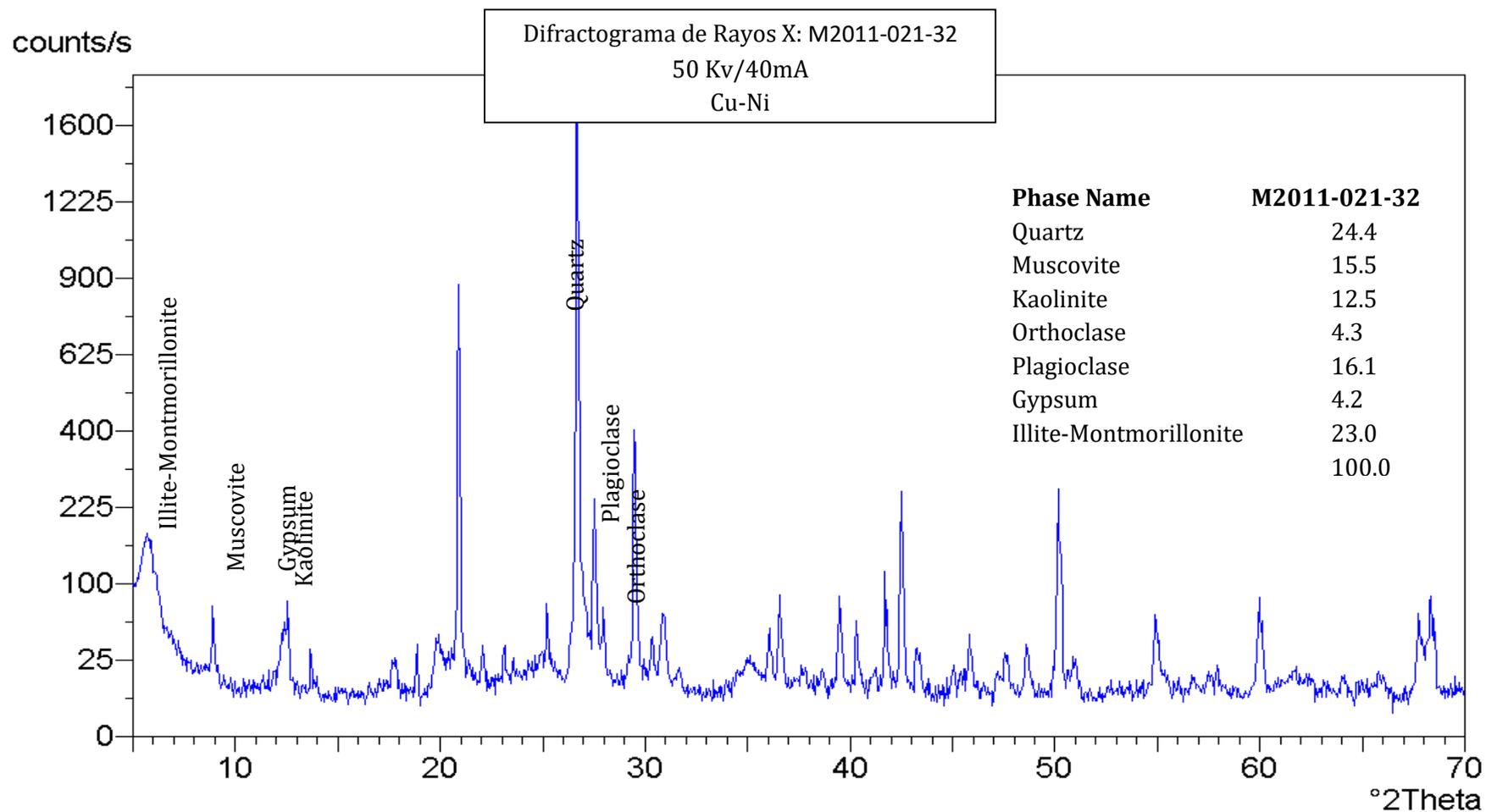


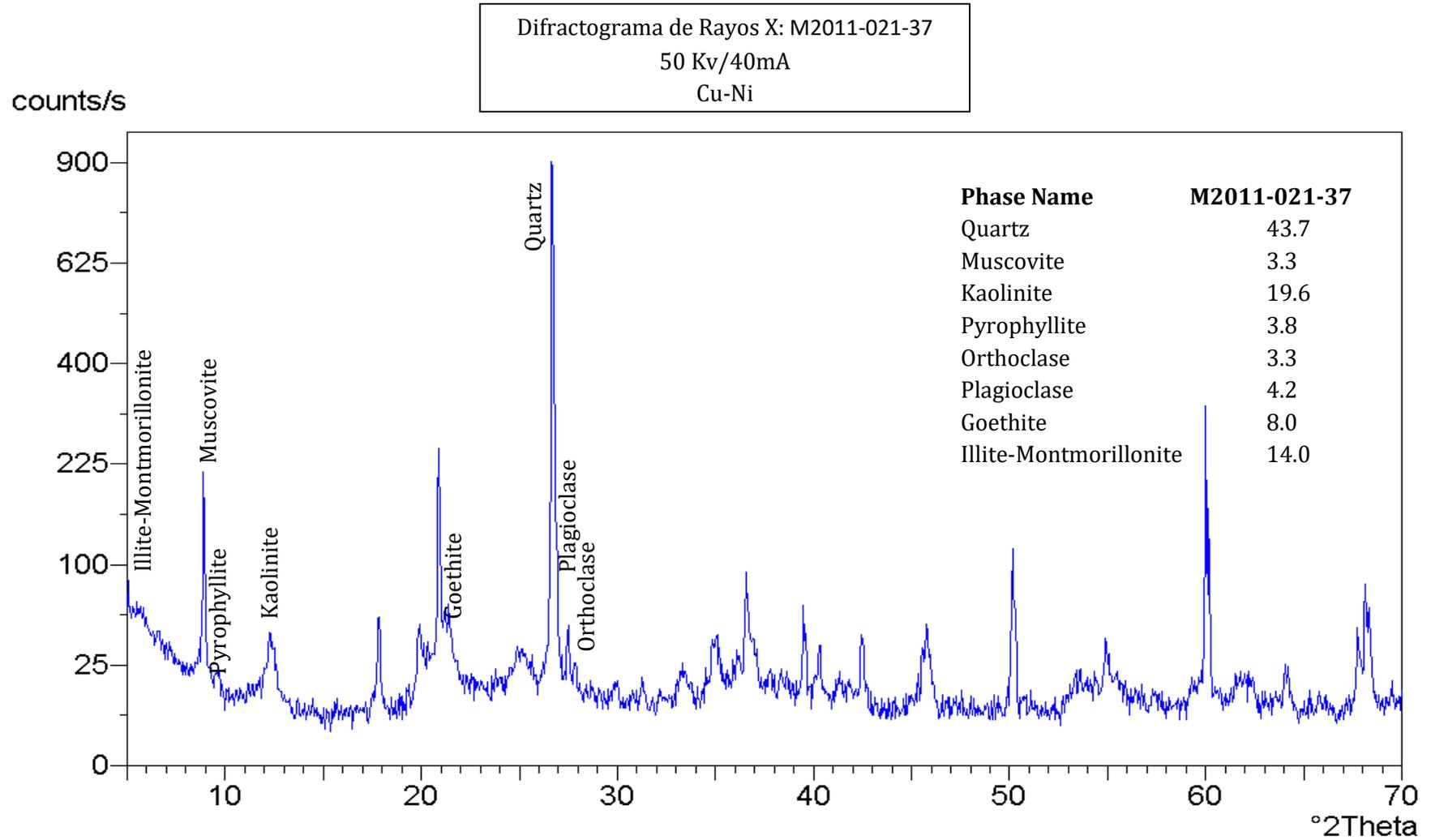


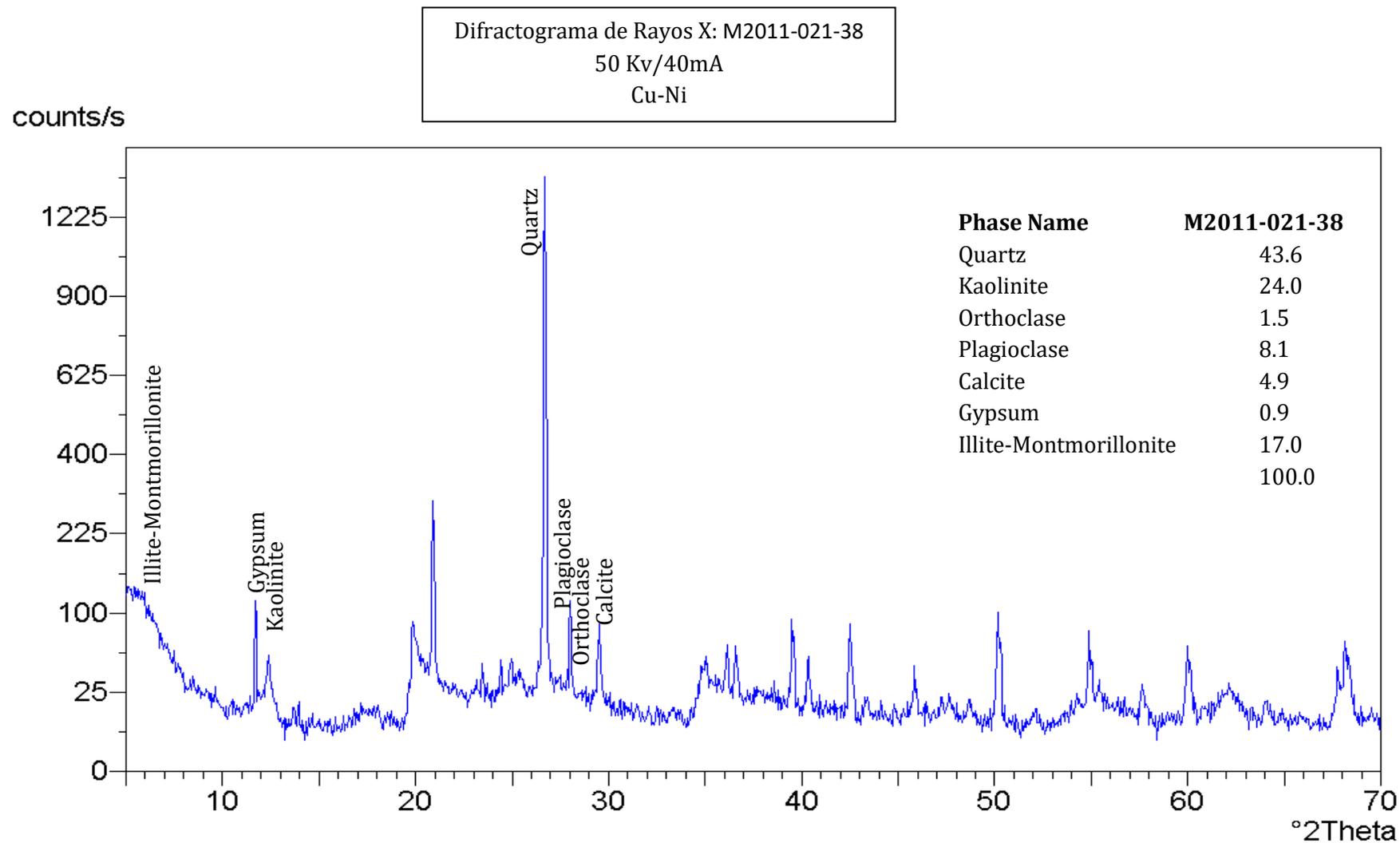


Difractograma de Rayos X: M2011-021-31  
 50 Kv/40mA  
 Cu-Ni









Difractograma de Rayos X: M2011-021-39  
50 Kv/40mA  
Cu-Ni

counts/s

