

# CALCULO DE LA SEDIMENTACIÓN RECIENTE EN LA PLANICIE DE INUNDACIÓN DEL RÍO BENI MEDIANTE EL USO DEL RADIOISÓTOPO ATMOSFÉRICO <sup>210</sup>Pb

Elaborado por Marcelo Castro Mojica Tutor Dr. Jaime Argollo Bautista

La Paz – Bolivia

A mi madre y toda mi familia.

A la memoria de un gran ser humano Marc.



PhD. Marc Roulet (2006 †)

#### **AGRADECIMIENTOS**

Deseo agradecer de la manera más sincera a todos quienes apoyaron la realización y conclusión de este trabajo de tesis, son numerosas las personas e instituciones que me brindaron su apoyo tanto profesional como humana a ellos mi profundo reconocimiento.

En primer lugar reconocer al IRD por brindarme la posibilidad de elaborar este trabajo, mi más profundo reconocimiento a Jean Vauchel y Jean Loupe Guyot, quienes dieron su respaldo para la conclusión de este proyecto de tesis.

También quiero expresar mi agradecimiento a Emmanuelle Gautier, Daniel Brunstein y Jean Marie Jouannueau quienes gentil y desinteresadamente colaboraron con el presente trabajo.

Al personal del proyecto Metil Mercurio dirigido por Marc, a Carmen Mendoza, Lincy Ugarte, Yuba Sánchez, Fabiola Guzmán, Rolando Alfaro, Elvira Guisbert y Lucia Alanoca, haber trabajado con ustedes fue una gran experiencia de labor multidisciplinaria.

Al personal del Laboratorio de Limnología, quienes brindaron su apoyo en las campañas de campo, mi sincera gratitud.

Al Dr. Jaime Argollo, quien me dio su confianza y brindo un amplio margen de libertad en el desarrollo del presente trabajo.

Al plantel docente de la carrera de geología gracias por su labor educativa.

Al personal de apoyo del IRD y a los ayudantes de campo, mi reconocimiento por su esforzado trabajo.

A mis compañeros de geología por innumerables e inolvidables experiencias académicas y humanas gracias por su sincera amistad.

# ÍNDICE

		Pagina
	PRIMERA PARTE	1
1	GENERALIDADES	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.2.1	OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	2
1.4	ANTECEDENTES	4
	SEGUNDA PARTE	6
2	GEOLOGÍA	6
2.1	MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	6
2.2	GEOMORFOLOGÍA	6
2.2.1	DINÁMICA FLUVIAL DEL RÍO BENI	8
2.3.1.1	EVOLUCIÓN DEL RÍO BENI	8
2.3.1.2	DINÁMICA ACTUAL DEL RÍO BENI	10
	TERCERA PARTE	15
3	MARCO TEÓRICO	15
3.1	DATACIÓN RADIOMÉTRICA MEDIANTE 210Pb	15
3.2	POSIBLES PROCESOS DE MOVILIZACIÓN DEL	
	<sup>210</sup> Pb	18
3.2.1	PROCESOS QUÍMICOS	18
3.2.2	PROCESOS FÍSICOS	19
	CUARTA PARTE	20
4	MÉTODO DE TRABAJO	20
4.1	TRABAJO DE CAMPO	23
4.1.1	SELECCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO	23
4.1.2	TOMA DE MUESTRAS	24
4.1.2.1	OBTENCIÓN DE TESTIGOS DE SEDIMENTOS	
	FLUVIALES	24
4.1.2.2	OBTENCIÓN DE TESTIGOS DE SEDIMENTOS	
	LACUSTRES	29

4.2	TRABAJO EN LABORATORIO	31
4.2.1	CORTE DE TESTIGOS	31
4.2.2	SECADO DE MUESTRAS	32
4.2.3	PROCESAMIENTO DE DATOS	33
4.2.4	MOLIENDA DE MUESTRAS	34
4.2.5	PREPARADO DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS	
	GRANULOMÉTRICO	34
	QUINTA PARTE	37
5.1	RESULTADOS	37
5.2	DISCUSIONES	45
5.3	CONCLUSIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXOS	55

# **ÍNDICE DE FIGURAS**

		Pagina
Figura 1	Imagen Satelital del área de estudio. Sistema de Proyección UTM, Datum WGS 84.	3
Figura 2	Imagen satelital LANDSAT de la cuenca de drenaje del Río Beni. Sistema de proyección Geográfica Datum WGS 84.	7
Figura 3	Imagen donde se presenta la reconstrucción de los cauces antiguos del Río Beni: 1 Yacuma-Omi-Iruyañez; 2 Tapado-San Miguel; 3 Tapado-Yata; 4 Biata; 5 Río Negro; 6 Beni reciente. tomado de Hanagarth (1993). Sistema de Proyección Geográfica Datum PSAD 56.	9
Figura 4	Imagen que muestra la distribución de los procesos de formación de meandros (Modificado de Gautier et al, 2006). Sistema de Proyección Geográfica Datum WGS 84.	13
Figura 5	Imagen de la última mitad de la serie de desintegración del <sup>238</sup> U, utilizada en la geocronología del <sup>210</sup> Pb.	16
Figura 6	Imagen de las diferentes fuentes por las cuales el <sup>210</sup> Pb puede alcanzar el relleno sedimentario.	18
Figura 7	Imagen Satelital LANDSAT, Datum WGS 84, con los puntos seleccionados para la toma testigos para análisis de <sup>210</sup> Pb.	23
Figura 8	Foto del sistema de extracción para testigos de sedimentos marca AMS de manufactura Americana.	24
Figura 9	Secuencia de fotos donde se ilustra la penetración del sistema de extracción de testigos mediante percusión.	25
Figura 10	Fotografía donde se ilustra el desentierro del sistema de extracción de testigos, mediante elevación vertical y torque.	26
Figura 11	Fotografía donde se muestra la separación de las cámaras de acero, con la ayuda de una prensa y la llave constrictora.	27

Figura 12	Fotografía de los tubos con la muestra de sedimentos, rotulados y sellados con cinta de plomería.	28
Figura 13	Foto del sistema de extracción para testigos de sedimentos de lagunas, marca WATER MARK <sup>®</sup> de manufactura Americana: 1 Tubo de policarbonato, 2 Tapa de polietileno, 3 Mango en cruz, 4 Cabezal, 5 Pesa de bronce, 6 Barra de extensión.	29
Figura 14	Fotografía donde se ilustra un testigo de sedimento obtenido en la laguna La Granja.	30
Figura 15	Fotografías del corte de un testigo de sedimentos, pesaje húmedo y preservado en frascos de polietileno.	32
Figura 16	Fotografía del equipo liofilizador, de fabricación americana, marca LABCONCO, secando muestras de sedimentos.	33
Figura 17	Fotografía de la preparación de muestras, sobre una plancha térmica, a ser tratadas con H <sub>2</sub> O <sub>2 a</sub> 30 Vol.	36
Figura 18	Tabla y gráfica del testigo TE 4 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb y la profundidad en la cual fue medida.	37
Figura 19	Tabla y gráfica del testigo TS 1 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	38
Figura 20	Tabla y gráfica del testigo TS 2 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	38
Figura 21	Tabla y gráfica del testigo TS 3 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	39
Figura 22	Tabla y gráfica del testigo TS 4 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	39
Figura 23	Tabla y gráfica del testigo TS 5 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	40

Figura 24	Tabla y gráfica del testigo TS 6 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	40
Figura 25	Tabla y gráfica del testigo GRC 2 donde se indica la concentración de <sup>210</sup> Pb total y la profundidad en la cual fue medida.	41
Figura 26	Características granulométricas de 6 testigos analizados. 1: arena fina; 2: limo grueso; 3: Limo medio; 4: limo fino; 5: limo fino y arcilla.	43
Figura 27	Imagen y gráfica acerca del perfil topográfico obtenido en el transecto entre la laguna La Granja y el Río Beni, en el perfil se puede observar la ubicación de los testigos y de	
	las tramas de sedimentos.	46

# **ÍNDICE DE CUADROS**

		Pagina
Cuadro 1	Tabla de las fases de evolución del río Beni, modificada de Hanagarth 1993.	8
Cuadro 2	Máximas descargas del Río Beni, medidas en el Angoste del Bala (Datos, HyBAm 1967 – 2001), modificado de Gautier et al (2006).	11
Cuadro 3	Tabla resumen de los testigos obtenidos, con fecha de colecta, ubicación en coordenadas UTM, equipos de trabajo, y selección de testigos para análisis de contenido de <sup>210</sup> Pb y análisis granulométrico.	22
Cuadro 4	Tabla de la tasa máxima de sedimentación para 100 años medida y en g·cm <sup>-2</sup> ·año <sup>-1</sup> .	43
Cuadro 5	Tabla de datos acerca de la sedimentación promedio obtenida, mediante <sup>210</sup> Pb y mediante trampas de sedimentos.	45

#### PRIMERA PARTE

#### 1 GENERALIDADES

# 1.1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto fue iniciado el año 2.002 por el programa PNSE, (Programa Nacional de investigación Suelos y Erosión), ligado al proyecto HYBAM (Hidrología y Biología del Amazona) del, IRD (Institut de Recherche pour le Développement), Programa UR - 154 sobre la erosión de los Andes, y cuenta con la colaboración del CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), y del Laboratorio de Geografía Física de Francia.

La cuenca del río Beni drena una superficie aproximada de 282.000 km² y presenta un alto contraste de características climáticas y morfodinámicas, por su variación altitudinal que va desde los 6.400 hasta los 200 metros sobre el nivel del mar, la parte superior de la cuenca contribuye significativamente en el suministro de agua y en la exportación de sedimentos de la Cordillera a la Llanura Amazónica. En Rurrenabaque la transición entre el pie de monte y la planicie de inundación del Río Beni, provoca decrecimiento en la gradiente longitudinal de la cuenca, generando cambios en el patrón fluvial y provocando gran sedimentación en la planicie Amazónica.

La planicie Amazónica tiene precipitaciones que varían entre 1.800 y 2.000 mm·año<sup>-1</sup>, la descarga del Río Beni presentan una media anual, medida en el Angosto del Bala, de 2.050 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>; el Río Beni lleva una carga suspendida de 165.106 t·año<sup>-1</sup> y sus llanuras de inundación tienen una sedimentación aproximada de 0,53 gr·cm<sup>-2</sup>·año<sup>-1</sup> (Modificado de Guyot, 1.993), pero no se conoce un reporte histórico de la tasa anual de sedimentación.

Una técnica reciente para determinar un marco geocronológico de la tasa de sedimentación es el uso del <sup>210</sup>Pb, este es un isótopo natural inestable con una vida media de 22,26 años. Esta vida media, relativamente corta, permite su utilización en la determinación de la edad absoluta de registros sedimentarios que abarcan, aproximadamente, los últimos 100 a 150 años.

Por lo tanto el presente trabajo de tesis pretende:

#### 1.2 OBJETIVOS

#### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar una tasa histórica de sedimentación en un transecto de la planicie de inundación y una laguna meándrica en el río Beni, mediante la utilización del radioisótopo atmosférico natural <sup>210</sup>Pb.

# 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar un modelo de cálculo mediante el uso del radioisótopo atmosférico <sup>210</sup>Pb, para determinar una tasa de sedimentación en un transecto seleccionado de la planicie de inundación del Río Beni.
- Validar un modelo de cálculo para medir la sedimentación, en una laguna meandriforme, (Laguna La Granja), del río Beni, mediante el uso del radioisótopo atmosférico <sup>210</sup>Pb.

## 1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área del presente trabajo de tesis se encuentra ubicada a lo largo del río Beni, en el margen occidental del departamento de Beni, la localidad del campamento base es Rurrenabaque. (Figura 1). El acceso desde la ciudad de La Paz hasta el

campamento base se realiza de dos maneras, la primera es por vía terrestre desde la ciudad de La Paz por el tramo carretero La Paz – Caranavi, desde el cual se sigue la vía que conecta las localidades de Sapecho y Yucumo y hasta la población de Rurrenabaque, departamento de Beni, a 235 Km. de la ciudad sede de gobierno, la segunda forma de acceso al campamento base es por vía aérea desde el aeropuerto internacional de la ciudad de El Alto al aeropuerto de la localidad de Rurrenabaque.

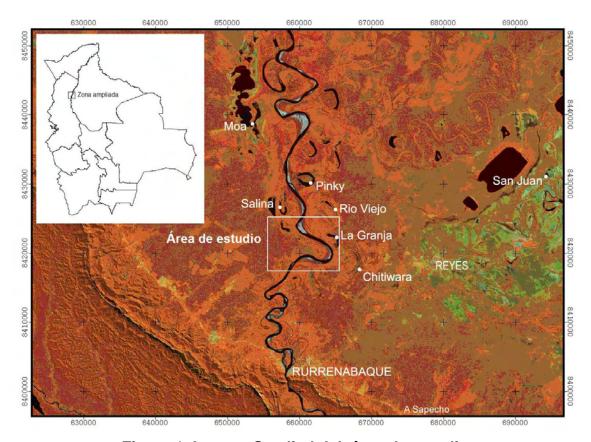


Figura 1. Imagen Satelital del área de estudio Sistema de Proyección UTM, Datum WGS 84.

A partir de la localidad de Rurrenabaque el acceso a las zonas de estudio se realiza de dos maneras; la primera área de estudio es la laguna La Granja, se accede a ésta por medio de la carretera Rurrenabaque — Reyes, siguiendo el camino de herradura hacia la localidad de Río Viejo; la segunda zona de estudio se encuentra sobre los márgenes del río Beni, la única alternativa de transporte a esta área, es por medio de botes a través del curso del Río Beni.

#### 1.4 ANTECEDENTES

El desarrollo y aplicaciones del <sup>210</sup>Pb, como trazador geocronológico están bien documentados desde la década de los 70, por otra parte la geomorfología e hidrología de la zona de interés han sido objeto de estudio en mayor o menor medida desde hace más de 20 años, y con relación a estos temas podemos brindar la siguiente información fundamental para el presente trabajo de tesis.

Referente a la hidrología y a la geomorfología se consideran los siguientes trabajos.: Guyot J. L. (1.993), publica Les flux de matières dissoutes et particulaires exportés des Andes par le Rio Béni (Amazonie Bolivienne), en période de crue, este trabajo contiene resultados sobre la hidrología del Río Beni, acerca de la descarga y el transporte de sedimentos de la Cordillera de los Andes hacia la llanura amazónica, esta última medida se constituye un parámetro comparativo de los resultados obtenidos por este trabajo. Hanagarth, W. el año 1993 describe las etapas de evolución del curso del Río Beni en Acerca de la Geoecología de las Sabanas del Beni en el Noreste de Bolivia.

Dumont, et al, 1.996, presenta, bajo el título, **Subsidencia, inestabilidad Fluvial** y Reaparición de los Placeres Distales de Oro. El Caso del Río Beni (Bolivia), brindando información acerca de las características hidrodinámicas v geomorfológicas actuales del Río Beni, posteriormente Dumont, (1.996) publica, **Neotectonics** of the **Subandes- Brazilian craton** boundary geomorphological data: The Marañon and Beni basins, presentando resultados acerca de posibles eventos tectónicos de carácter reciente, que afectaron el curso del Río Beni. Gautier E. presenta el año 2.006, Temporal relations between meander deformation, water discharge and sediment fluxes in the floodpalin of the Rio Beni (Bolivian Amazonia), la autora, realiza un análisis temporal del curso del Río Beni utilizando fotografías aéreas, imágenes satelitales y datos hidrológicos, determinando un primer modelo contemporáneo de la evolución de la llanura de inundación del Río Beni.

Respecto al <sup>210</sup>Pb se hará referencia a trabajos fundamentales acerca de su desarrollo como instrumento cronológico.

La idea de usar <sup>210</sup>Pb como herramienta geocronológica fue planteada inicialmente por Goldberg el año 1.963, (Oldfield y Appleby, 1.983), determinando con éxito la edad de capas de hielo en Greenland; el <sup>210</sup>Pb fue aplicado por primera vez en la datación de sedimentos, por Krishnaswasi (Robbins and Lynn, 1.993), en lagos de Europa y la India, desarrollando un modelo simple de cálculo, basado en la observación de la actividad del <sup>210</sup>Pb en una columna de sedimentos (Robbins and Edgington, 1.975), el modelo fue denominado CFCS (Constant Flux and Constant Sedimentation), posteriormente el año 1.983 es publicado **Enpirical testing of <sup>210</sup>Pb-dating models for lake sediments** por Oldfield y Appleby, los autores describen la incorporación del radioisótopo <sup>210</sup>Pb a una columna de sedimentos, y plantean de acuerdo a sus observaciones, del comportamiento de <sup>210</sup>Pb en un perfil, dos modelos de cálculo uno denominado CIC (Constant Initial Concetration), y un segundo designado CRS (Constant Rate of Supply), ambos modelos han demostrando su aplicabilidad en una amplia diversidad de sistemas.

He y Walling, (1.996) publican el trabajo denominado, **Use of fallout Pb-210** measurements to investigate longer- term rates and patterns of overbank sediment deposition on the floodplains of lowlands rivers, desarrollan el modelo CICCS para estimar tasas de sedimentación en planicies de inundación, considerando que los modelos convencionales son condicionadamente aplicables en este tipo de sistemas, posteriormente He y Walling investigan la relación del tamaño de las partículas asociadas a concentración de <sup>210</sup>Pb, los resultados se publican el año 1.996 bajo el título de **Interpreting Particle Size Effects in the Absortion of** <sup>137</sup>Cs and Unsupported <sup>210</sup>Pb by Mineral Soils and Sediments. study, concluyendo que la actividad radioactiva del <sup>210</sup>Pb, y otros isótopos similares, son absorbidos en mayor medida por sedimentos menores a < 4 micras de diámetro.

#### **SEGUNDA PARTE**

#### 2 GEOLOGÍA

# 2.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La llanura Beniana limita al norte con la cuenca del Río Madre de Dios, al oeste y sudoeste con las sierra Subandinas del Norte, y al este por la plataforma Beniana, la Llanura Beniana es una amplia planicie de inundación en la que la mayor parte de los sedimentos aflorantes son de edad Cuaternaria y posiblemente de edad Terciaria tardías (Dumont et al., 1.996), estos sedimentos constituyen la cuenca de Antepaís actual, del cinturón de deformación del Subandino Norte (Suárez 2.000).

#### 2.2 GEOMORFOLOGÍA

La cuenca amazónica de Bolivia es un área plana cubierta por bosques lluviosos al norte y pampas al sur, tres largos ríos meándricos cruzan la cuenca de sur a norte; el Madre de Dios, el Beni y el Mamoré, ellos se juntan en el NE de la cuenca formando el río Madera al este del Riberalta. La cuenca del Río Beni drena una superficie aproximada de 282.000 km² (Gautier, 2006), (**Figura 2**) y presenta un alto contraste de características climáticas y morfodinámicas, por su variación altitudinal que va desde los 6.400 hasta los 200 metros sobre el nivel del mar. La parte superior de la cuenca, tiene un sistema de drenaje, que implica una alta tasa de erosión de la Cordillera Real, el Altiplano y las sierras Subandinas

La parte superior de la cuenca contribuye de manera significativa en el aporte de agua y en el transporte de sedimentos de la cordillera hacia la Llanura Amazónica; en Rurrenabaque el contacto entre el piedemonte y la planicie de inundación, provoca un gran decrecimiento en la gradiente longitudinal, produciendo cambios del patrón fluvial

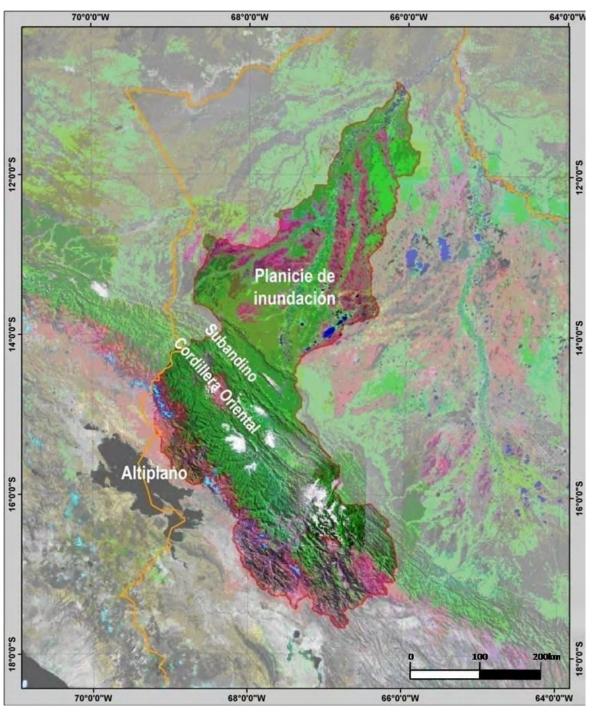


Figura 2. Imagen satelital LANSAT de la cuenca de drenaje del Río Beni Sistema de proyección Geográfica Datum WGS 84

La Llanura Beniana (Llanos de los Mojos), es un planicie de gran extensión de depósitos del Mioceno Tardío y del Cuaternario; su baja pendiente (10<sup>-4</sup>m·m<sup>-1</sup>) (Gautier, 2.006), y su morfología son producto claro de un paisaje que ha sido

modelado fluvialmente, con diseño de drenaje de tipo meandriforme y alta movilidad de meandros, presentando con mucha frecuencia meandros abandonados (lagunas en media luna).

Estas llanuras están sujetas a inundaciones estacionales, por cinco meses de forma continua, sobre un área de 100.000 km² y excepcionalmente 150.000 km² cuando suceden precipitaciones abundantes; las llanuras de inundación del Beni tienen una sedimentación aproximada de 0,53 g·cm²·año¹¹ (Guyot, 1.993). Actualmente la llanura de inundación del río Beni ocupa la parte oeste de los llanos por efecto tectónico, (Dumont, 1.996) con un movimiento del lecho del río en sentido opuesto de las agujas del reloj. (Hannagarth 1.993, Dumont 1.996), los autores identifican cinco estadios de migración del Río Beni, entre los 67º y los 67º30´ de longitud oeste (posición actual).

#### 2.2.1 DINÁMICA FLUVIAL DEL RÍO BENI

## 2.2.1.1 EVOLUCIÓN DEL RÍO BENI

Trabajos realizados por Hanagarth (1.993) y Dumont (1.996) demuestran que el Río Beni presenta movimientos por fases a lo largo del tiempo, siendo reconocidas 6 etapas (**Cuadro 1**) y (**Figura 3**).

Fase	Nombre
VI	Beni (reciente)
V	Río Negro
IV	Biata
III	Tapado - Yata
II	Tapado - San Miguel
I	Yacuma - Omi - Iruyañez

Cuadro1. Tabla de las fases de evolución del río Beni. Modificada de Hanagarth 1.993.

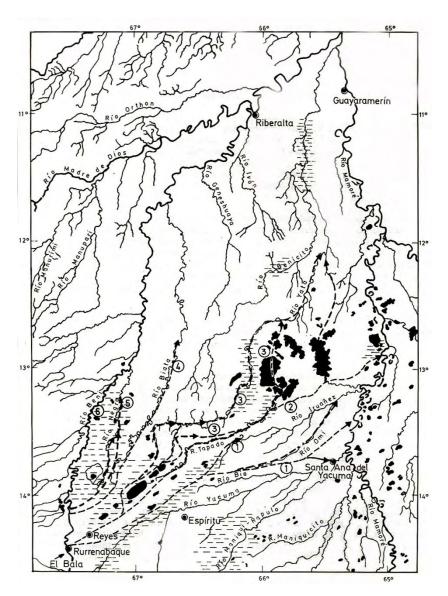


Figura 3. Imagen donde se presenta la reconstrucción de los causes antiguos del Río Beni: 1 Yacuma-Omi-Iruyañez; 2 Tapado-San Miguel; 3 Tapado-Yata; 4 Biata; 5 Río Negro; 6 Beni reciente. Tomado de Hanagarth (1.993). Sistema de Proyección Geográfica Datum Psad 56.

En la etapa más antigua, Yacuma – Omi – Iruyañez, se reconoce al norte del río Yacuma, esta fase es evidente por la presencia de restos de grandes recodos meándricos, y desde el sur de la localidad de Reyes hasta el curso inferior del río Yacuma, donde originalmente el río Beni se conectaba con el río Mamoré; se pueden evidenciar recodos meándricos muy antiguos que sufrieron aterramiento y posterior superposición parcial de sistemas fluviales más recientes. Más tarde el río Beni cambia en la parte inferior de su curso con rumbo norte, formando una

hondonada de escasa profundidad que actualmente es ocupada por el río Omi en su curso superior, entre el periodo I y el II el río Beni sigue migrando hacia el norte y ocupa lo que actualmente se conoce como río Iruyañez.

La primera fase fue reemplazada por la fase Tapado – San Miguel, esta produjo un cambio de dirección en el curso superior. El río Tapado tuvo su curso más al norte, en la zona del río San Miguel, cuya desembocadura era el río Mamoré cerca de la cachuela Matucaré. Posteriormente cruzó el área de las lagunas Rogaguado y Huatunas y tuvo su curso al lo largo del actual río Yata. En la zona del curso inferior del actual río Yata no se produjeron cambios significativos en el siguiente período.

La fase Biata empezó luego de un movimiento abrupto del río Beni hacia el noroeste, cerca de la ruptura de "El Bala", a partir de esa fase, el desplazamiento del curso inferior ha sido mínimo, mientras que en al tramo entre El Bala y la desembocadura del río Madidi desplazó su curso hacia el oeste, dando lugar a la fase del río Negro. Esta tendencia hacia el oeste del curso medio superior del río Beni continúa hoy en día.

#### 2.2.1.2 DINÁMICA ACTUAL DEL RÍO BENI

El régimen del Río Beni puede ser definido como un sistema pluvial de tipo Austral Tropical (Guyot, 1.993), donde la temporada de lluvias abarcan los meses de Octubre hasta Abril; presentando durante el verano, una descarga media entre 3.700 m³· s⁻¹ y 4.700 m³· s⁻¹; durante el invierno se registran descargas entre 650 – 700 m³· s⁻¹ por lo tanto son registrados durante la época de lluvias altos niveles de aguas. Gautier et, al (2.006) determina que la descarga promedio de bank – full es de 7.000 m³·s⁻¹; durante los años 1.967 al 2.003 se han registrado 11 eventos de de máxima descarga (**Cuadro 2**), siendo la más alta de 20.000 m³·s⁻¹ registrada el año 1.999.

Año	o Máxima descarga (m³·s⁻¹	
1.968	17.490	
1.971	17.310	
1.972	14.850	
1.972	12.740	
1.974	13.290	
1.978	19.730	
1.982	16.720	
1.983	12.700	
1.984	13.100	
1.999	20.000	
2.001	15.800	

Cuadro 2. Máximas descargas del Río Beni, medidas en el Angosto del Bala (Datos, HyBAm 1.967 – 2.001), modificado de Gautier et al (2.006).

Diversos estudios demuestran que las inundaciones son resultado de dos procesos (exógenos y endógenos en la planicie de inundación), y la unión de ambos genera las grandes inundaciones en la Amazonía Boliviana. Los procesos exógenos son el resultado de descargas pluviales producidas en la parte superior de la cuenca del Río Beni, caracterizadas por alta turbidez de los ríos andinos.

Los procesos endógenos son propios de la planicie de inundación del Río Beni producto de lluvias locales y por desborde de aguas subterráneas. El Río Beni con 192 millones de toneladas de carga suspendida por año, representa el mayor contribuyente de sedimentos al Río Madera, esto significa el 70% de la carga total de sedimentos del Río Madera.

La llanura del Beni tiene una gradiente longitudinal entre 10<sup>-3</sup> a 10<sup>-4</sup> m⋅m<sup>-1</sup> (Gautier, 2.006); sobre una distancia de aproximadamente 250 kilómetros, en la planicie de inundación, el Río Beni desarrolla alta movilidad de meandros, el índice de sinuosidad esta en el rango de 1,6 a 2,5 desde Rurrenabaque hasta la unión con el Río Madidi. La rápida migración de los cinturones de meandros forma numerosos canales abandonados, formando lagos en media luna, durante el periodo 1.967 – 2.001, Gautier, (2.006) reconoce 27 procesos de formación de

estas lagunas. Aguas abajo en la unión del Río Beni con el Río Madidi la migración de estos meandros es bloqueada por depósitos consolidados de edad terciaria

Trabajos recientes demuestran que la migración de los meandros es aproximadamente de 30 metros por año, esta migración está caracterizada por fuertes irregularidades espaciales y temporales, teniendo migraciones locales entre 120 a 140 metros. Observaciones sobre segmentos del Río Beni muestran los siguientes datos respecto a zonas de erosión y áreas de acreción: Los primeros 90 kilómetros del Río representan la parte más móvil del río donde la erosión muestra un rango entre 0,25 – 0,27 km² por kilómetro linear, y la superficie de depósito está entre 0,17 – 0,2 km² por kilómetro linear. Los procesos erosión/depósito son menos activos en la sección media del río (100 – 210 kilómetros), los procesos más importantes de migración de la orilla erosiva son entre 0,05 – 0,1 km² por kilómetro linear y la acreción varia alrededor de 0,05 km², excepto en zonas localizadas donde el depósito excede los 0,1 km², la última sección (220 – 250 kilómetros) la migración lateral decrece fuertemente, principalmente por el estrechamiento del canal debido a la presencia de depósitos consolidados.

Como para todos los ríos de la Amazonia, la gradiente del valle del Río Beni es suave; sin embargo variaciones longitudinales no muy significativas pueden ser observadas. Los primeros 30 kilómetros son caracterizados por un rápido decrecimiento en la gradiente longitudinal de 1×10<sup>-3</sup> a 1×10<sup>-4</sup> m·m<sup>-1</sup>; (Gautier et al, 2006), la transición observada para los 30 primeros kilómetros corresponden a un marcado cambio de la pendiente; el tramo entre los 30 a los 90 kilómetros sufren un importante reducción de la pendiente, esta reducción puede ser interpretada como un área de acumulación; entre los 90 a 100 kilómetros aparece también una importante zona de transición marcada por un incremento de la pendiente, debido a procesos de erosión y sedimentación; aguas abajo, en la unión del Río Beni con el Río Madidi, el estrechamiento del río en depósitos consolidados inducen a una

baja pendiente, ambos factores (pendiente, depósitos consolidados) limitan la migración lateral.

El Río Beni presenta numerosos meandros abandonados (aproximadamente 160) diseminados sobre la planicie de inundación, un estudio diacrónico realizado por Gautier, (2.006) sobre la formación de lagunas en media luna en la planicie de inundación del Río Beni, (**figura 4**).

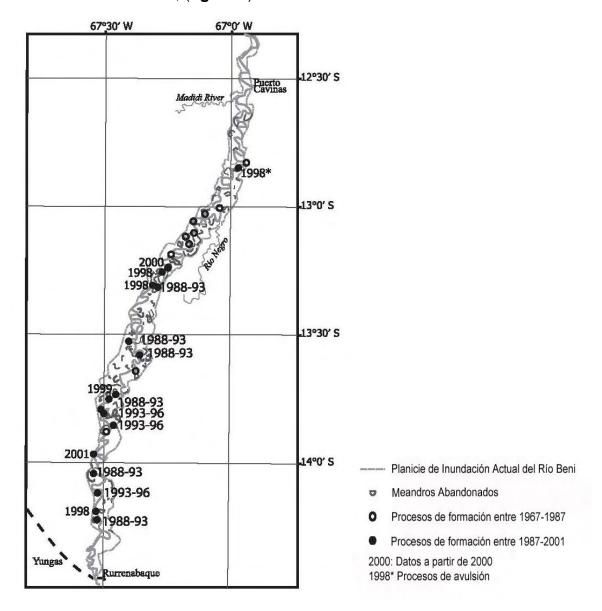


Figura 4. Imagen que muestra la distribución de los procesos de formación de meandros (Modificado de Gautier et al, 2.006). Sistema de Proyección Geográfica Datum WGS 84

Mediante el uso de fotografías aéreas, e imágenes satelitales, muestran tres generaciones de canales abandonados en la presente planicie de inundación; las lagunas formadas antes de 1.967; las generadas entre 1.967 y 1.987; y los meandros recientemente abandonados entre los años de 1.987 al 2.001. El mecanismo general de formación de lagunas meándricas depende de la madurez del meandro, el cual está relacionado con la tasa de migración del canal del río.

Entre 1.967 y 1.987 se observan 10 procesos de formación de meandros localizados en la parte media y baja del río, y solo dos eventos son registrados en la parte superior del río (100 kilómetros). Desde 1.988, 16 eventos de formación de meandros son registrados 12 de los cuales son generados en la parte superior del río (100 kilómetros). Durante el periodo entre 1.988 – 2.001 se registran tres asociaciones de generación de meandros, de cuatro, cinco y dos procesos de generación de meandros.

#### **TERCERA PARTE**

### **3 MARCO TEÓRICO**

# 3.1 DATACIÓN RADIOMÉTRICA MEDIANTE <sup>210</sup>Pb

El <sup>210</sup>Pb es un isótopo radiactivo perteneciente a la serie de desintegración radiactiva del <sup>238</sup>U, cuyos productos de desintegración incluye el <sup>226</sup>Ra, el <sup>222</sup>Rn, el <sup>210</sup>Pb, el <sup>210</sup>Bi, y como producto final el isótopo estable <sup>206</sup>Pb (**Figura 5**). El <sup>210</sup>Pb es un isótopo natural inestable, con una vida media de 22,26 años. Esta vida media, relativamente corta, permite su utilización en la determinación de la edad absoluta de registros sedimentarios que abarcan, aproximadamente, los últimos 100-150 años.

El método se basa en la determinación de la actividad del <sup>210</sup>Pb atmosférico (<sup>210</sup>Pb *unsupported*) presente en los sedimentos. Dentro de la serie de desintegración del <sup>238</sup>U se encuentra el <sup>226</sup>Ra (t ½ = 1.602 años), que se desintegra para generar el gas noble <sup>222</sup>Rn (t ½ = 3,83 días). El <sup>222</sup>Rn se difunde a la atmósfera con una tasa constante de aproximadamente 42 átomos min<sup>-1</sup>·cm<sup>-2</sup>, y posteriormente se desintegra a través de varios productos de corta vida media hasta generarse el <sup>210</sup>Pb. Este <sup>210</sup>Pb atmosférico vuelve a la litosfera durante precipitaciones o deposición seca, teniendo un tiempo de residencia en la atmósfera entre unos 5 a 10 días. Por consiguiente, existe un exceso de <sup>210</sup>Pb que no se encuentra en equilibrio con el <sup>226</sup>Ra, que ha sido generado en la atmósfera e incorporado rápidamente a los sedimentos. Existen pues, dos orígenes diferentes relacionados con la actividad de <sup>210</sup>Pb presente en los sedimentos.

El primero, representa el <sup>210</sup>Pb asociado a los valores de fondo (*background*) del sistema litosférico. Este <sup>210</sup>Pb *in situ* se considera que está en equilibrio con la desintegración del <sup>226</sup>Ra, recibiendo el nombre de *supported* <sup>210</sup>Pb. Su actividad en el sedimento está controlada principalmente por la mineralogía del substrato rocoso.

El segundo componente representa el <sup>210</sup>Pb de origen atmosférico, como resultado de la desintegración del gas <sup>222</sup>Rn. Este <sup>210</sup>Pb no está en equilibrio con el <sup>226</sup>Ra, con lo que recibe el nombre de *unsupported* <sup>210</sup>Pb. La posterior incorporación del <sup>210</sup>Pb al sedimento provoca un "exceso" de este radioisótopo en relación a los valores constantes del <sup>210</sup>Pb *in situ*, con lo que frecuentemente se le asocia el término de *excess* <sup>210</sup>Pb. (<sup>210</sup>Pb en exceso).

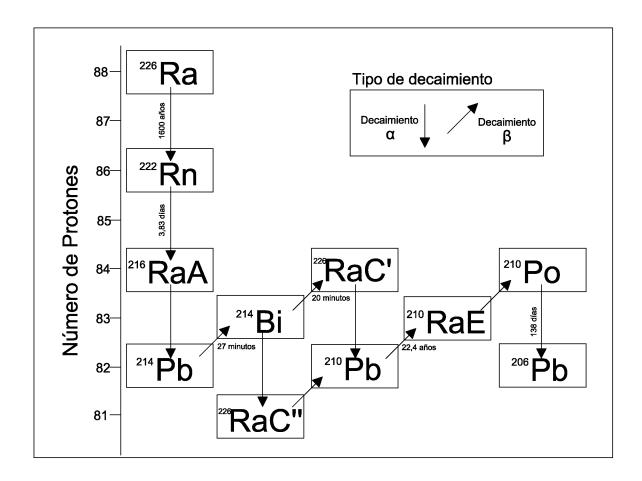


Figura 5. Imagen de la última mitad de la serie de desintegración del <sup>238</sup>U, utilizada en la geocronología del <sup>210</sup>Pb.

La datación mediante <sup>210</sup>Pb se establece a partir de los valores de la actividad del unsupported <sup>210</sup>Pb en función de la profundidad. La actividad presenta unos valores decrecientes en profundidad, de acuerdo con la desintegración radiactiva del <sup>210</sup>Pb. Las diversas vías de acceso de <sup>210</sup>Pb a una cuenca de recepción se ilustran en la **figura 6**.

Los diferentes componentes son:

- A) Aporte, erosivo de la corteza, de <sup>226</sup>Ra. El <sup>210</sup>Pb formado por la desintegración *in situ* del <sup>226</sup>Ra se denomina *supported* <sup>210</sup>Pb.
- B) Aporte atmosférico directo (*unsupported* <sup>210</sup>*Pb*). Una fracción de los átomos de <sup>222</sup>Rn, formados por desintegración de <sup>226</sup>Ra en la litosfera, escapan a través de los intersticios del suelo hacia la atmósfera. La desintegración del <sup>222</sup>Rn en la atmósfera produce el <sup>210</sup>Pb, el cual será devuelto a la litosfera mediante deposición seca o precipitación húmeda. El <sup>210</sup>Pb que se deposita directamente en el lago será absorbido por las partículas sedimentarias y depositado en el fondo del lago.
- C) Aporte atmosférico indirecto. El <sup>210</sup>Pb atmosférico alcanza el sedimento de una zona de acumulación de sedientos a través de una cuenca de drenaje.
- D) Desintegración de <sup>222</sup>Rn en la columna de agua.

La principal fuente de <sup>210</sup>Pb en exceso es el aporte atmosférico directo para lagunas es la componente B, para planicies de inundación la componente B y C son las fuentes principales para el <sup>210</sup>Pb en exceso. La determinación de la actividad del <sup>210</sup>Pb de origen atmosférico en el sedimento permite establecer la tasa de sedimentación reciente y la obtención de un marco crono estratigráfico para el relleno sedimentario de los últimos 100 - 150 años.

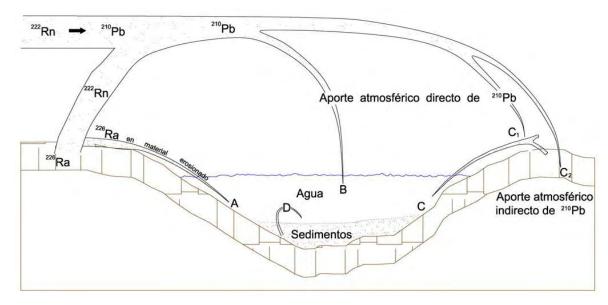


Figura 6. Imagen de las diferentes fuentes por las cuales el <sup>210</sup>Pb puede alcanzar el relleno sedimentario.

#### 3.2 POSIBLES PROCESOS DE REMOVILIZACIÓN DEL 210 Pb

En el cálculo de la edad del sedimento mediante <sup>210</sup>Pb se asume la ausencia de movilidad de estos radioisótopos en el perfil sedimentario. Algunos procesos químicos y físicos pueden modificar la deposición inicial de este radionucleido.

#### 3.2.1 PROCESOS QUÍMICOS

El <sup>210</sup>Pb, una vez depositado, puede ser afectado por diagénesis temprana, principalmente por procesos redox (Koide *et al*, 1.973, en Luque 2.003). Diversos estudios han evidenciado la posibilidad de existencia de movilidad post deposicional de <sup>210</sup>Pb, asociado al ciclo del Fe-Mn en la interfaz agua-sedimento (Benoit and Hemond, 1.990, en Luque 2.003). Aunque el <sup>210</sup>Pb es relativamente inmóvil, detallados análisis geoquímicos sobre relaciones isotópicas de Pb aportan importante información relacionada con la posible removilización de <sup>210</sup>Pb bajo fuertes gradientes redox.

# **3.2.2 PROCESOS FÍSICOS**

El perfil deposicional inicial de los radioisótopos puede ser modificado por flujos acuosos turbulentos y por bioturbación, provocando una mezcla del sedimento. Los flujos acuosos, tales como los *flash floods*, (Inundaciones repentinas) mezclan el sedimento y originan una dilución de las actividades de <sup>210</sup>Pb (Oldfield & Appleby, 1984). La detección de anomalías en los perfiles de actividad permite identificar factores externos que originaron movilización redox o mezcla de sedimento.

#### **CUARTA PARTE**

#### **4 METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La obtención de los testigos de sedimentos para el presente trabajo, fueron realizadas en 5 campañas de campo, debe hacerse notar que una parte de la totalidad de las muestras colectadas, fue obtenida por el fallecido tutor del presente trabajo el Ph. D. Marc Roulet, investigador del Institut de Recherche pour de Déveloment (IRD – Bolivia), un equipo de investigadores del Instituto de Geografía Física de Francia y un equipo de la Unidad de Limnología, dependiente del Instituto de Ecología de la Carrera de Biología de la Universidad Mayor de San Andrés; el resto de los testigos que se colectaron fueron obtenidos por el autor del presente trabajo y el tutor de la misma. El **Cuadro 3** muestra una relación de las campañas realizadas, equipos que colaboraron con el muestreo fechas de las campañas, testigos obtenidos, y testigos seleccionados para el análisis de <sup>210</sup>Pb. Las campañas realizadas se detallan a continuación:

La primera campaña realizada tuvo una duración de 30 días entre los meses de septiembre y octubre del año 2.003, en la cual se obtuvieron los siguientes testigos de sedimentos TS 1, TS 2, TS 3, TS 4, TS 5, TS 6, TS 7, TE 1, TE 2, Cavinas, Beni 3 –1, Beni 3 – 2, Beni 3 – 3, Beni 3 – 4, Beni 1 – 0, Beni 1 – 4, y Beni 1 – 5, y se instalaron las trampas de sedimentos TS 1, TS 2, TS 3, TS 4, TS 5, TS 6, TS 7 y TS 8. Los equipos que participaron durante esta misión son parte del personal del Institut de Recherche pour le Développement (IRD) Bolivia, el CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), Francia, y del Instituto de Ecología Unidad de Limnología de la Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

La segunda campaña realizada tuvo una duración tuvo de 10 días durante el mes de febrero del año 2.004; esta misión se colecto el testigo de la laguna La Granja GRC 2, y se revisaron las trampas se sedimentos. El personal que participó de esta misión pertenece al IRD - Bolivia, el Instituto de Ecología Unidad de

Limnología de la Universidad Mayor de San Andrés, y a la Carrera de Ingeniería Geológica y del Medio Ambiente de la Universidad Mayor de San Andrés (CIGMA).

La tercera campaña realizada tuvo una duración de 13 días durante el mes de septiembre del año 2.004, durante esta misión se colectaron las muestras de las trampas de sedimentos instaladas el año 2.003, se reinstalaron las trampas de sedimentos, posteriormente se colectaron los siguientes testigos de sedimentos D 1, Beni 1 – 6, Beni 1 – 6 – 2, Beni 1 – 7 y Beni 1 – 8, el personal que participó de esta misión pertenece a las siguientes instituciones, IRD - Bolivia, (CNRS) Francia y CIGMA - UMSA

La cuarta campaña tuvo una duración de 14 días, realizada en el mes de septiembre del año 2.005, durante esta misión se colectaron las muestras de las trampas de sedimentos instaladas el año 2.004, se reinstalaron las trampas de sedimentos y por último se colectaron los testigos de sedimentos TE 3 y TE 4, durante esta campaña participaron personal de las siguientes instituciones: el IRD - Bolivia, el (CNRS) Francia y CIGMA - UMSA

La quinta y última campaña tuvo una duración de 7 días durante el mes de septiembre del año 2.006, en esta campaña se recolectó el material capturado por las trampas de sedimentos, y se recuperó todo el material restante que se usó para la elaboración de este trabajo de tesis. El personal que participó de esta campaña pertenece a las siguientes instituciones: IRD – Bolivia, y CIGMA.

El cálculo de la sedimentación mediante el uso del <sup>210</sup>Pb requiere tres fases, el trabajo de campo, (obtención de muestras), el trabajo de laboratorio realizado tanto en un campamento de la zona de estudio y/o en un laboratorio en la ciudad de La Paz. Por último la fase de interpretación y validación de los datos obtenidos.

Nombre del Testigo	Fecha de			Equipos de trabajo para la	Muestras para <sup>210</sup> Pb y granulometría	
	obtención	Datum	atum WGS 84 obtención de testi	obtención de testigos	<sup>210</sup> Pb (*)	Grm (**)
TS 1	18/09/03	19L 663760	8422629	IRD <sup>(*)</sup> – CNRS <sup>(**)</sup> – IEUL <sup>(***)</sup>	Х	Х
TS 2	18/09/03	19L 663867	8422549	IRD - CNRS - IEUL	Χ	Х
TS 3	20/09/03	19L 663786	8422460	IRD - CNRS - IEUL	Χ	X
TS 4	20/09/03	19L 663658	8422357	IRD - CNRS - IEUL	Χ	X
TS 5	20/09/03	19L 663408	8422081	IRD - CNRS - IEUL	Х	Х
TS 6	20/09/03	19L 663123	8421971	IRD - CNRS - IEUL	X	Х
TS 7	20/09/03	19L 663206	8422014	IRD - CNRS - IEUL	X	Х
TE 1	22/09/03	19L 655270	8414706	IRD - CNRS - IEUL		
TE 2	22/09/03	19L 655268	8414699	IRD - CNRS - IEUL		
TE 3	20/09/05	19L 655284	8414755	IRD – CNRS – CIGMA <sup>(****)</sup>		
TE 4	20/09/05	19L 655282	8414759	IRD - CNRS - CIGMA	Χ	X
Cavinas	09/10/03	19L 726446	8613637	IRD - CNRS - IEUL	Χ	X
D 1	16/09/04	19L 662628	8425035	IRD - CNRS - CIGMA		
GRC 2	20/02/04	19L 665409	8422127	IRD – IEUL – CIGMA	X	Х
Beni 3 – 1	22/09/03	19L 696883	8549237	IRD - CNRS - IEUL		
Beni 3 – 2	24/09/03	19L 725538	8502984	IRD - CNRS - IEUL		
Beni 3 – 3	24/09/03	19L 696986	8548890	IRD – CNRS – IEUL		
Beni 3 – 4	24/09/03	19L 697589	8549129	IRD – CNRS – IEUL		
Beni 1 – 0	10/09/03	19L 664605	8420268	IRD – CNRS – IEUL		
Beni 1 – 4	10/09/03	19L 664439	8420288	IRD – CNRS – IEUL		
Beni 1 – 5	10/09/03	19L 664399	8420278	IRD – CNRS – IEUL		
Beni 1 – 6	19/09/04	19L 664415	8420409	IRD - CNRS - CIGMA		
Beni 1 – 6 – 2	19/09/04	19L 664420	8420409	IRD – CNRS – CIGMA		
Beni 1 – 7	19/09/04	19L 664200	8420377	IRD – CNRS – CIGMA		
Beni 1 – 8	19/09/04	19L 663826	8420338	IRD - CNRS - CIGMA	Χ	X

<sup>(\*)</sup>IRD Institut de Recherche pour le Déveloment – Bolivia (\*\*), CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) – Francia, (\*\*\*) IEUI Instituto de Ecología, Unidad de Limnología – UMSA (\*\*\*\*) CIGMA Carrera de Ingeniería Geológica y del Medio Ambiente – UMSA.

Cuadro 3. Tabla resumen de los testigos obtenidos, con fecha de colecta, ubicación en coordenadas UTM, equipos de trabajo, y selección de testigos para análisis de contenido de <sup>210</sup>Pb y análisis granulométrico.

#### **4.1 TRABAJO DE CAMPO**

El trabajo de campo requirió dos etapas, la primera fue la selección del área de muestreo, la segunda la obtención de los testigos de sedimento.

#### 4.1.1 SELECCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO

La selección del área de estudio y puntos de muestreo, fue realizada en base a un reconocimiento geomorfológico de la zona, el área seleccionada comprende diferentes unidades dentro de la planicie de inundación del Río Beni (**Figura 7**), una laguna meándrica, (Laguna La Granja), un segmento de la planicie de inundación entre la laguna y el río, por ultimo una terraza sobre el curso del río, que no esté sujeta a ser inundada durante la estación de lluvias, se debió considerar que este sistema tenga un apropiado tiempo de residencia en la dinámica actual del Río Beni.

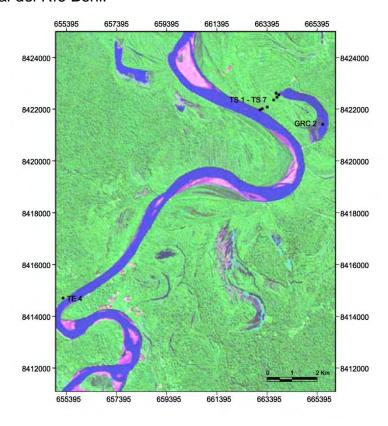


Figura 7. Imagen Satelital LANSAT, Datum WGS 84, con puntos de muestreo para análisis de contenido en <sup>210</sup>Pb

#### **4.1.2 TOMA DE MUESTRAS**

Esta etapa del trabajo de campo consistió en la obtención de testigos de sedimentos de distintas zonas sobre la planicie de inundación del Río Beni, la extracción de un testigo de sedimentos en una laguna meándrica abandonada (La Granja), la recuperación de anual de muestras capturadas en trampas de sedimentación, y la reinstalación de las mismas, hasta la recuperación final de todo el material instalado durante el periodo de medición (2.003 – 2.006).

#### 4.1.2.1 OBTENCIÓN DE TESTIGOS DE SEDIMENTOS FLUVIALES

El extractor de sedimentos fluviales es un sistema a percusión, de fabricación americana de la marca AMS Signature Series Soil Sampling Equipment, (figura 8).



Figura 8. Foto del sistema de extracción para testigos de sedimentos marca AMS de manufactura Americana

El sistema comprende un cabezal cilíndrico afilado y hueco que se conecta por rosca a cámaras de acero, cinco cuerpos cilíndricos y huecos de acero inoxidable,

que se unen mediante rosca, una tapa sólida de acero inoxidable con una válvula de escape para aire, que evita la compresión del mismo al interior del sistema de extracción, un martillo percutor de 12,5 libras de acero inoxidable con forro de goma, varios tubos cilíndricos de polietileno transparentes, tapones para los tubos de polietileno de color rojo y azul, por último un mango en cruz de acero forrado de goma con rosca. Para la obtención de un testigo de sedimento se requiere preparar el saca – testigos de la siguiente manera: Se conectan las cámaras de acero inoxidable, al cabezal afilado, una vez conectadas las cinco cámaras de acero con el cabezal se introducen los tubos de polietileno en número similar al de las cámara de acero, todo el sistema se asegura con una llave constrictora y una prensa manual, posteriormente se conecta al extremo de las cámaras el tapón de acero inoxidable, este es conectado a todo el sistema mediante una llave inglesa, el tapón en un extremo tiene una rosca que permite la unión con el martillo percutor.

Armado el sistema de extracción, se procede a la obtención de un testigo, para ello la herramienta debe ser incrustada en forma perpendicular al suelo, seguidamente se debe conectar el martillo percutor al tapón de acero mediante el uso de llaves inglesas. A continuación se procede a la percusión con el martillo, este se mueve sobre su eje vertical permitiendo, mediante el golpeteo, la penetración de todo el sistema a mayor profundidad (**Figura 9**).



Figura 9. Secuencia de fotos donde se ilustra la penetración del sistema de extracción de testigos mediante percusión

Cuando la percusión con el martillo ya no permita mayor profundización se retira el martillo percutor y se conecta el mango en forma de cruz, y se procede a extraer el sistema de obtención de testigos. La extracción del equipo una vez colectada la muestra requiere las siguientes recomendaciones, extraer el equipo haciéndolo girar y al mismo tiempo elevarlo en forma vertical, evitando el movimiento de palanca del sistema extractor, la **Figura 10** muestra la extracción del sistema saca testigos.



Figura 10. Fotografía donde se ilustra el desentierro del sistema de extracción de testigos, mediante elevación vertical y torque.

Una vez desenterrado el sistema extractor, se procede al desarmado del saca testigos, y la obtención de la muestra encapsulada en los tubos de polietileno, este procedimiento requiere de mucho cuidado para no perder muestra de los tubos, para desarmar el saca testigos es necesario sujetarlo con una prensa a un lugar sólido y resistente, una vez ajustado con la prensa se procede a la separación de las cámaras de acero una a una con la llave constrictora (**Figura 11**).

Una vez separa una cámara de acero se debe extraer el tubo de polietileno que se encuentra dentro, este tubo normalmente se separa rápidamente de la sección de acero, por este motivo se necesita cerrar la base del tubo con una tapa de polietileno.



Figura 11. Fotografía donde se muestra la separación de las cámaras de acero, con la ayuda de una prensa y la llave constrictora.

Siempre se asigna una tapa azul a la base del tubo extraído y una tapa roja al tope del tubo, cada vez que se extrae un tubo, este tiene que ser rotulado con el nombre del testigo y el número de tubo al que corresponde en la sección, el número uno corresponde a la cámara de acero que va conectado al cabezal afilado, por seguridad cada tubo extraído se sella con cinta de plomería (**Figura 12**).



Figura 12. Fotografía de los tubos con la muestra de sedimentos, rotulados y sellados con cinta de plomería.

## 4.1.2.2 OBTENCIÓN DE TESTIGOS DE SEDIMENTOS LACUSTRES

El sistema de extracción para testigos lacustres es a percusión de manufactura americana con marca Water Mark Universal Core Head Kit Sediment Sampler y se detalla a continuación. El sistema comprende un cabezal de policarbonato con forro de goma y armellas de sujeción inoxidables, un mango en cruz, una pesa cilíndrica de bronce de 12 libras, barras de extensión de aluminio, tubos de policarbonato de 120 cm de largo y tapas de polietileno (Figura 13).

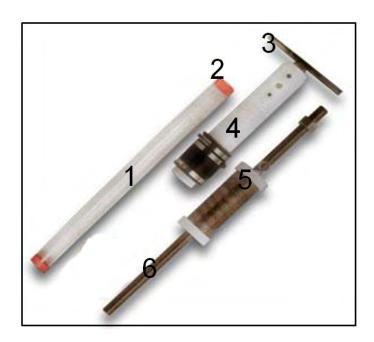


Figura 13. Foto del sistema de extracción para testigos de sedimentos de lagunas, marca WATER MARK<sup>®</sup> de manufactura Americana: 1 Tubo de policarbonato, 2 Tapa de polietileno, 3 Mango en cruz, 4 Cabezal, 5 Pesa de bronce, 6 Barra de extensión.

La obtención de un perfil de sedimentos de laguna requiere el armado del saca testigos de la siguiente: manera se introduce el tubo de policarbonato entre el cabezal y la cubierta de goma, se asegura el tubo mediante las armellas de sujeción, se instala la barra de extensión al cabezal, se introduce la pesa de bronce a la barra de extensión, y por último se instala el mango en cruz.

Una vez armado el equipo se procede a la obtención de un perfil de sedimentos, seleccionado un punto en el centro de la laguna, se introduce el sistema extractor en forma vertical, una vez que toque fondo se empuja el saca testigos hasta que este se tranque, posteriormente con la pesa de bronce se procede a un trabajo de percusión permitiendo una profundización mayor del tubo, cuando la percusión ya no permita mayor profundización, se procede a sacar el equipo. El equipo debe ser extraído en forma vertical en lo posible, para no generar disturbación en los sedimentos colectados; al sacar el equipo se debe rápidamente colocar una tapa a la base del tubo, posteriormente se separa el tubo del cabezal y se le coloca una tapa a la parte superior del tubo. Para mayor seguridad ambas tapas tienen que ser selladas con cinta de plomería. La **Figura 14** muestra un testigo de sedimentos de laguna



Figura 14. Fotografía donde se ilustra un testigo de sedimento obtenido en la laguna La Granja

#### 4.2 TRABAJO EN LABORATORIO

Esta epata del trabajo es la preparación de los testigos obtenidos para el análisis de contenido en <sup>210</sup>Pb; comprende las siguientes etapas: corte, encapsulado, pesaje húmedo, secado, pesaje seco, selección de muestras a ser analizada en contenido de <sup>210</sup>Pb, molienda, selección de muestras para medición granulométrica, y tratamiento de eliminación de la materia orgánica. Estas fases son realizadas en Bolivia.

Los análisis de contenido en <sup>210</sup>Pb fueron realizados en los laboratorios **MyCore Scientific Inc** en Ontario Canadá, la medición granulométrica fue realizada en el Departamento de Sedimentología de la Universidad de París, Francia.

#### **4.2.1 CORTE DE TESTIGOS**

El procedimiento y el equipo de corte de los testigos se detalla a continuación, considerando que es necesario un sistema de extracción de material acrílico, que consiste en placas de 23×23×1 centímetros, con un corte central y circular, del mismo diámetro de los tubos de polietileno y de los de policarbonato, el sistema se arma mediante rosca y pernos de polietileno, para extraer el material encapsulado en los tubos es necesario retirar la tapa de la base e introducir un embolo de polietileno, con argolla de goma.

Una vez introducido el émbolo dentro del tubo, este debe de ser conectado y asegurado al sistema extractor, en la base del sistema se coloca una gata hidráulica, que produce empuje en sentido vertical al embolo y así se podrá con mucha precisión extraer los sedimentos dentro del tubo centímetro a centímetro, estos horizontes son cortados con una espátula de polietileno y quardados en

frascos que tienen una identificación y a los que se les asigna el centímetro al que corresponde en el tubo. Se debe registrar el peso húmedo del horizonte cortado, la **Figura 15** ilustra el sistema extractor, el pesaje, y el corte de un testigo.`



Figura 15. Fotografías del corte de un testigo de sedimentos, pesaje húmedo y preservado en frascos de polietileno.

#### **4.2.2 SECADO DE MUESTRAS**

Posterior al corte, la mediada y registro del peso húmedo se procede al secado de las muestras dentro de su frasco, este procedimiento se realiza en un equipo liofilizador con la marca **LABCONCO**, industria americana, para el secado de las muestras se procede al congelado de los frascos en una heladera, una vez congelados los frascos, se les quita la tapa, que también posee una codificación idéntica a la del frasco, a las muestras encapsuladas se les coloca una cubierta de papel no químico, sujetado con una bandita elástica; una vez cubiertos los frascos,

estos se introducen a un recipiente del equipo liofilizador, con sus respectivas tapas, el proceso de secado en el liofilizador es por sublimación al vacío a – 43 °C, la **Figura 16** muestra el equipo liofilizador en el proceso de secado de muestras, el proceso de secado dura de 36 a 72 horas dependiendo de la humedad de la muestra.



Figura 16. Fotografía del equipo liofilizador, de fabricación americana, marca LABCONCO, secando muestras de sedimentos

Una vez concluido el proceso de secado durante el tiempo establecido, se retira el frasco del equipo liofilizador y se cierran los frascos con sus respectivas tapas, inmediatamente se procede al registro y medida del peso seco de las muestras.

#### 4.2.3 PROCESAMIENTO DE DATOS

Todos los datos obtenidos hasta esta fase fueron introducidos en una hoja de cálculo Excel, (**Anexos 10 al 18**), realizadas estas operaciones, se grafican los datos de porcentaje de humedad, concentración de <sup>210</sup>Pb versus profundidad, (**Anexos 19 al 27**), en el programa graficador KaleidaGraph, de acuerdo a las graficas resultantes se selecciona las muestra que serán analizadas en

concentración de <sup>210</sup>Pb; el criterio utilizado para la selección de muestras es el siguiente: se seleccionan muestras en lugares de la gráfica donde exista variaciones marcadas del porcentaje de humedad, se seleccionan los primeros horizontes del testigo, porque estos marcarían la concentración más elevada de <sup>210</sup>Pb, por haber sido depositados en forma más reciente; por último las muestras a ser categorizadas tendrán un intervalo regular de selección, para nuestro caso cada 10 centímetros aproximadamente.

#### **4.2.4 MOLIENDA DE MUESTRAS**

El análisis de concentración de <sup>210</sup>Pb requiere que las muestras estén pulverizadas, esta molienda fina se la realiza en un mortero de ágata; el peso requerido para el análisis de contenido de <sup>210</sup>Pb en las muestras es de 12 gramos; una vez hecha la molienda el material es transferido a frascos de polietileno de 20 ml de capacidad para su envío.

# 4.2.5 PREPARADO DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La selección de muestras para análisis granulométrico, deben corresponder a las mismas muestras seleccionadas para el análisis de <sup>210</sup>Pb, pero el contenido en muchos casos resulta insuficiente, por lo que se procedió a realizar una mezcla de dos y hasta tres frascos, (ver **Anexos 1 al 9**), el requerimiento mínimo para análisis granulométrico es de 10 gramos. El análisis granulométrico requiere que el material a ser medido esté libre de materia orgánica, por lo que se utilizó el método de ataque MO planteado por S. Kunesch y que se detalla a continuación:

Se pesan 10 gramos de sedimento, se introduce la muestra en un vaso de precipitados de 1 litro de capacidad, procurando que la muestra se encuentre en el fondo del vaso; se debe humedecer la muestra con agua destilada, posteriormente se debe colocar peróxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, agua oxigenada) en una concentración de 30 vol. en una cantidad de 100 a 200 ml, el vertido de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

debe de realizarse progresivamente, controlando la reacción, esta debe comenzar aproximadamente en 10 minutos; esta etapa requiere de un día.

El segundo día se coloca el vaso sobre una placa caliente a 60 °C, esperando que la reacción finalice, bajar la temperatura de la placa de 30 a 40 °C, esperar que las partículas sedimenten en el fondo del recipiente; el agua superficial debe ser clara. Cuando las partículas precipiten: (fin de la reacción). Se retira; la placa, finalizada esta operación se procede al enjuagado, este requiere la eliminación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de la superficie en la mayor proporción posible; se readiciona agua destilada hasta 600 ml y se mezcla, se debe de cubrir el vaso de precipitado con una placa de vidrio; es necesario volver a calentar el frasco sobre la placa a 40 °C, o en una estufa, cuando las partículas hayan precipitado se debe enjuagar una segunda vez y dejar decantar dos días.

Cuando las partículas hayan decantado, eliminar el agua restante; si no decanta el sedimento sacar la placa de vidrio para evaporar el agua, dejar secar al aire libre, evitando el secado en estufa. Se debe mantenerse alejado de la reacción porque esta es muy fuerte y puede desbordar, si la reacción es muy fuerte se debe aumentar etanol. La **Figura 17** muestra la primera etapa del ataque MO.

Posteriormente al procedimiento de eliminación de materia orgánica y tras el secado de las muestras seleccionadas, estas deben ser encapsuladas en frascos de polietileno, para su envío a los laboratorios de la Universidad de París, Francia, todas estas etapas han sido desarrolladas en laboratorios dependientes la Unidad de Limnología de la Carrera de Biología de la Universidad Mayor de San Andrés.



Figura 17. Fotografía de la preparación de muestras, sobre una plancha térmica, a ser tratadas con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30 Vol.

#### **QUINTA PARTE**

#### **5.1 RESULTADOS**

Los resultados obtenidos, están agrupados en tres tipos de información: la primera acerca de la concentración de <sup>210</sup>Pb, estos datos fueron proporcionados por los laboratorios **MyCore Scientific Inc** de Ontario Canadá, el detalle de la información se encuentra en los anexos (**Anexos 1 al 9**), la segunda parte de los resultados dan a conocer la tasa de sedimentación, por último se presentan los resultados acerca de la medida de la granulometría.

Los resultados acerca de la concentración del radioisótopo en los testigos colectados se representan en gráficas de concentración versus profundidad, (**Figuras 18 - 25**), de manera general la concentración tiende a disminuir en profundidad, este indicador de decrecimiento es una herramienta de inicial de valoración de resultados de concentración de <sup>210</sup>Pb en los testigos para su posterior selección o exclusión y así poder calcular la tasa de sedimentación.

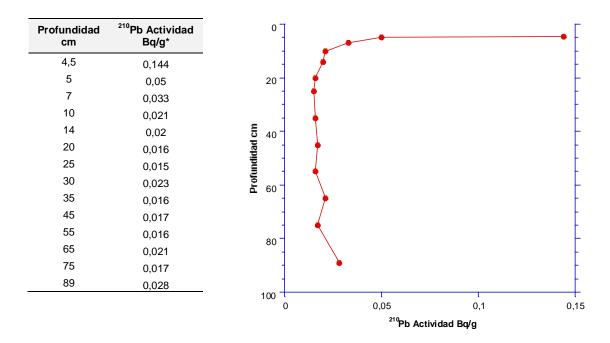


Figura 18. Tabla y gráfica del testigo TE 4, donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb y la profundidad en la cual fue medida.

\* La concentración de <sup>210</sup>Pb es medida en mBq, la unidad Becquerel (Bq) es la actividad de una fuente radiactiva en la que se desintegra un núcleo por segundo en un instante dado. Por lo tanto la unidad mBq/g representa la cantidad de energía presente en un gramo.

Profundidad cm	<sup>210</sup> Pb Actividad Bq/g
1	0,083
2	0,083
5	0,062
8	0,028
12	0,038
15	0,042
21	0,038
26	0,022
32	0,018
41	0,033
47	0,049

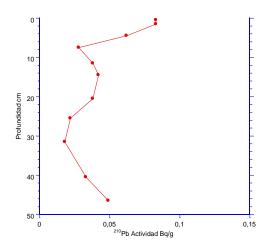


Figura 19. Tabla y gráfica del testigo TS 1 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medida.

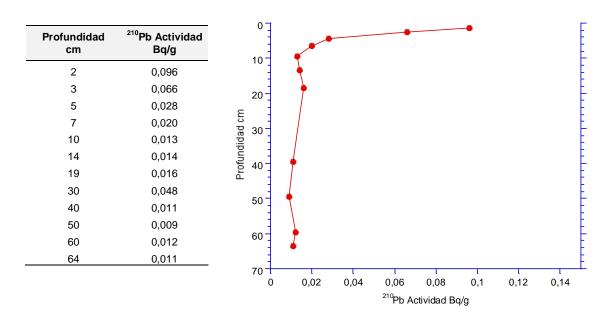


Figura 20. Tabla y gráfica del testigo TS 2 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medida.

Profundidad cm	<sup>210</sup> Pb Actividad Bq/g
1	0,135
2	0,074
5	0,034
8	0,030
12	0,055
16	0,028
21	0,028
26	0,039
30	0,026
33	0,020
40	0,023
46	0,022

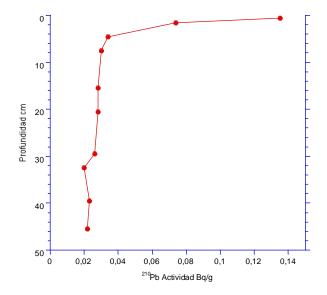


Figura 21. Tabla y gráfica del testigo TS 3 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medida.

Profundidad cm	<sup>210</sup> Pb Actividad Bq/g
1	0,086
2	0,083
5	0,033
9	0,028
12	0,035
18	0,044
28	0,019
39	0,033
47	0,016
58	0,019
68	0,022

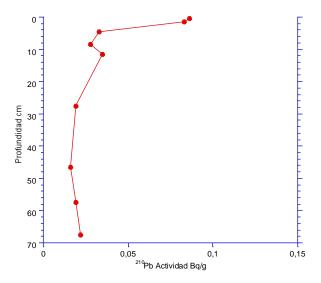


Figura 22. Tabla y gráfica del testigo TS 4 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medida.

Profundidad cm	<sup>210</sup> Pb Actividad Bq/g	0	•	.00		
1	0,050	10	<u> </u>			
2	0,047	‡	Ţ			
5	0,025	20				
8	0,021	E 30				
10	0,023	Profundidad cm				
15	0,015	ig 40 =				
20	0,034	je i				
25	0,016	50	•			
30	0,018	1	\			
40	0,024	60	<b>,</b>			
50	0,012	1				
60	0,017	70	•			
72	0,013	1				
		80 1		0,05 <sup>210</sup> Pb Act	0,1 ividad Bq/g	0,

Figura 23. Tabla y gráfica del testigo TS 5 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medida.

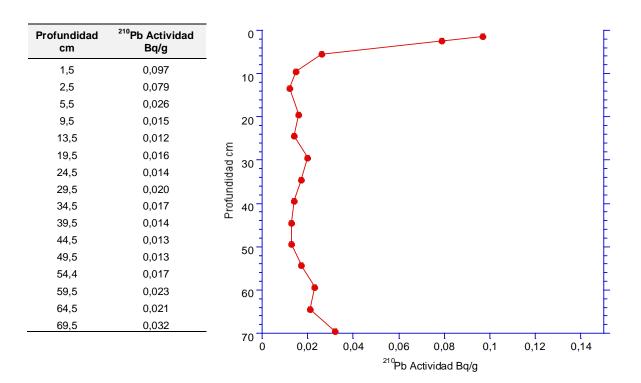


Figura 24. Tabla y gráfica del testigo TS 6 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medida.

rofundidad cm	<sup>210</sup> Pb Actividad Bq/g	0 ]			
1	0,035	10			
2	0,024	1			
	0,025	20	•		
10	0,031				Ė
15	0,037	Ę <sup>30</sup> −	Ţ		-
21	0,024	mo pundidad c			
26	0,031	olfun.	Ī		
1	0,040	50	<b>↓</b>		-
37	0,038	‡			ŧ
41	0,044	60	<b>,</b>		
51	0,038	1			Ē
61	0,038	70 -	4		
71	0,033	1			E
		80 1	0,05	0,1	0,15
		Ü	0,03 <sup>210</sup> Pb Acti	ividad Bq/g	,

Figura 25. Tabla y gráfica del testigo GRC 2 donde se indica la concentración de <sup>210</sup>Pb total y la profundidad en la cual fue medido.

Las gráficas que se mostraron líneas arriba presentan el comportamiento de disminución en concentración de <sup>210</sup>Pb en profundidad, salvo el testigo GRC 2 que presenta valores irregulares en concentración del isótopo, esta irregularidad en el comportamiento de la curva, es un criterio de exclusión para su posterior tratamiento en el cálculo de la tasa de sedimentación. Se debe hacer notar que no se tomó en cuenta al testigo TS 7, ya que este posee resultados muy similares al testigo TS 6.

La segunda parte de los resultado es la medida de la tasa de sedimentación, cuyo calculo se realizó mediante el modelo CFCS (Constant Flux and Constant Sedimentation), La actividad total de <sup>210</sup>Pb presente en los sedimentos está representada por dos componentes, ambos originados en el decaimiento del <sup>222</sup>Rn: primero el <sup>210</sup>Pb proveniente del decaimiento que tiene lugar en el sedimento, el cual es denotado como <sup>210</sup>Pb<sub>(supporta)</sub> y segundo el <sup>210</sup>Pb proveniente del decaimiento que ocurre en la atmósfera (Ilamado <sup>210</sup>Pb<sub>(unsupporta)</sub> o <sup>210</sup>Pb exceso , formula 1). El valor de <sup>210</sup>Pb<sub>supporta</sub> se estima de la por la actividad de <sup>226</sup>Ra. El exceso de la <sup>210</sup>Pb<sub>(unsupporta)</sub> se determina por la diferencia entre el valor de <sup>210</sup>Pb total y el <sup>226</sup>Ra presente en los sedimentos

$$^{210}Pb_{total} = ^{210}Pb_{supporta} + ^{210}Pb_{unsupporta}$$
 (1)

El valor correspondiente a <sup>210</sup>Pb<sub>unsupporta</sub> se utiliza para la determinación de la tasa de sedimentación. La correlación lineal se calculó con base en la función log.

$$A=A_0^{(-\lambda/R)}$$

## Donde:

<sup>210</sup>Pb especifico Α representa actividad del horizonte la un <sup>210</sup>Pb (0.693/22.26 año<sup>-1</sup>) representa el decaimiento radiactivo λ del R representa la tasa de sedimentación.

Un diagrama logarítmico (InA) en función de  $\lambda$ /R da como resultado una recta inclinada (pendiente) que permite determinar R directamente, en función de R la tasa de sedimentación será expresada en g·cm²·año⁻¹.

Los valores obtenidos para acerca de la sedimentación en los testigos de la planicie figuran en el **Cuadro 4**.

Testigo	TS 1	TS 2	TS 3	TS 4	TS 5	TS 6
Tasa de sedimentación en g·cm <sup>-2</sup> ·año <sup>-1</sup>	0,8	0,9	0,7	0,5	0,4	0,9

Cuadro 4. Tabla de la tasa máxima de sedimentación para 100 años medida y en g·cm<sup>-2</sup>·año<sup>-1</sup>.

Los resultados granulométricos de los testigos analizados presentan dos grupos, por su tipo de distribución granulométrica. El primer grupo está compuesto por los testigos TS1, TS2, TS3 y TS4, estos presentan un dominio de limos. El segundo grupo, testigos más cercanos al Río Beni (TS 5 y TS 6), se muestran más arenosos (Figura 26) (anexos del 28 al 34).

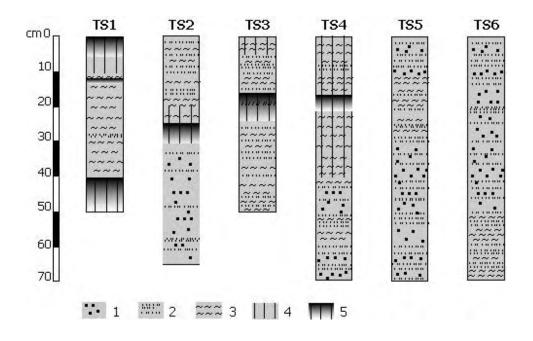


Figura 26. Características granulométricas de 6 testigos analizados. 1 : arena fina ; 2 : limo grueso ; 3 : Limo medio ; 4 : limo fino ; 5 : limo fino y arcilla.

De la parte superior hacia la parte inferior de los sondeos, observamos:

El testigo TS 1 presenta sedimentos finos : arcilla (50 a 70% de la muestra) y limo fino de superficie ( $D_{50}=3-5~\mu m$ ), limo medio en la zona intermedia ( $D_{50}=8$  –13  $\mu m$ ) y de nuevo limo fino y arcilla en 40 – 50 cm ( $D_{50}=3~\mu m$ ) ;

El testigo TS2 presenta en los primeros 25 limos grueso y medio ( $D_{50}$  = 39 µm). Continuando 10 cm más finos, compuestos de limos finos y de arcilla ( $D_{50}$  =5 – 6 µm). Abajo de 35 cm de profundidad, el sedimento es más grueso : limo grueso y arena fina ( $D_{50}$  = 20 – 40 µm).

El testigo TS3 es heterogéneo : la parte superior presenta 20 cm de limo (medio y fino) mezclado con una fuerte proporción de arcilla ( $D_{50} = 4 - 11 \mu m$ ). Entre los 20 y 30 cm de profundidad, se observa un nivel más fino (limo fino y arcilla,  $D_{50} = 5 - 7 \mu m$ ), estos materiales descansan sobre una base más gruesa (limo grueso et medio ,  $D_{50} = 12 - 15 \mu m$ ).

El sondeo TS 4 contiene sedimentos limosos : Alternando limo fino y medio y limo grueso y medio en los primeros 15 centímetros ( $D_{50} = 7 - 8 \mu m$ ). Seguido de un nivel más fino de limo fino y de arcilla ( $D_{50} = 5 - 6 \mu m$ ). Entre 25 y 45 cm de profundidad, observamos un limo fino y medio ( $D_{50} = 6 - 7 \mu m$ ). Los 30 últimos centímetros están formados de una alternación de limo medio – fino y de limo grueso – arena fina ( $D_{50} = 15 - 20 \mu m$ ).

El sondeo TS 5 posee sedimentos más gruesos que en los sondeos precedentes. Los primeros 10 centímetros son de limo grueso y de arena fina ( $D_{50} = 12 - 18 \mu m$ ). los últimos 35 centímetros están compuestos de capas de limo grueso y arena fina ( $D_{50} = 30 - 72 \mu m$ ).

El testigo TS 6 se encuentra en la proximidad del Río Beni. Los 4 cm de superficie está compuesta de limo grueso y de arena fina ( $D_{50} = 29 \mu m$ ). Seguido de una alternación de niveles de arena fina – limo grueso ( $D_{50} = 50 - 70 \mu m$ ) y de capas de limo grueso – arena fina ( $D_{50} = 20 - 30 \mu m$ ). los 10 cm de base son un poco más finos (limo grueso y medio,  $D_{50} = 22 - 24 \mu m$ ).

#### **5.2 DISCUSIONES**

La tasa de sedimentación obtenida mediante la aplicación de un modelo de cálculo debe de ser valorada, para verificar la validez de los resultados obtenidos, el presente trabajo de tesis planteó la instalación de trampas de sedimentación que obtuvieron datos acerca de la sedimentación, durante tres periodos hidrológicos (2.003 al 2.006), el promedio de la sedimentación, por trampa, durante estos periodos se comparan con los resultados obtenidos mediante el uso de <sup>210</sup>Pb (**Cuadro 5)**.

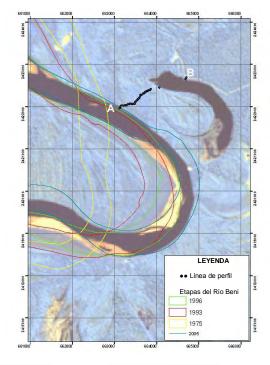
	<sup>210</sup> Pb	Trampas
<b>-</b>	Tasa de	Sedimentación 
Testigo	sedimentación en g∙cm <sup>-2</sup> ·año <sup>-1</sup>	promedio g⋅cm <sup>-2</sup> ⋅año <sup>-1</sup>
TS 1	0,8	1,81
TS 2	0,9	0,80
TS 3	0,7	0,95
TS 4	0,5	0,15
TS 5	0,4	0
TS 6	0,9	0

Cuadro 5. Tabla de datos acerca de la sedimentación promedio obtenida, mediante <sup>210</sup>Pb y mediante trampas de sedimentos.

Los resultados obtenidos de forma individual de la medida de la sedimentación por testigo, refleja la influencia de su ubicación en la planicie de inundación y de los factores que controlaron la sedimentación a su alrededor (factores morfológicos y factores de la dinámica del Río Beni)

Para hacer un mejor análisis de los resultados obtenidos sobre la tasa de sedimentación se hizo un promedio de la misma para que los resultados obtenidos sean más comparables, y así descartar eventos individuales que afectan a un muestreo puntual, el valor obtenido del promedio de la sedimentación mediante el uso de <sup>210</sup>Pb es de 0,7 g·cm<sup>-2</sup>·año<sup>-1</sup> y el resultado del promedio de las trampas de

sedimentación en de 0,62 g·cm<sup>-2</sup>·año<sup>-1</sup> este resultado es muy próximo al calculado por el <sup>210</sup>Pb pero se debe hacer notar que constituye un promedio de tres periodos hidrológicos comprendidos entre los años 2.003 al 2.006 y representan la sedimentación influenciada por su ubicación en la planicie, (**Figura 27**), los factores que controlan la sedimentación en las trampas son influencia de la laguna La Granja y eventos de inundación local, asociados a la estación de lluvias, por otro lado la sedimentación calculada mediante <sup>210</sup>Pb discrimina eventos individuales de sedimentación y hace un promedio máximo de sedimentación para 100 años. Los datos granulométricos dan consistencia a esta idea, de discriminación de eventos individuales.



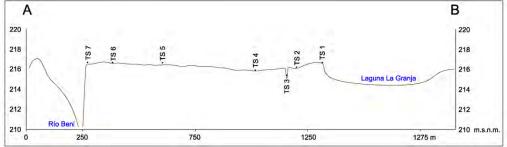


Figura 27. Imagen y gráfica acerca del perfil topográfico obtenido en el transecto entre la laguna La Granja y el Río Beni, en el perfil se pueden observar la ubicación de los testigos y de las tramas de sedimentos

Se conoce también un trabajo acerca de la hidrología de la Amazonía realizado por Guyot, y publicado el año 1993, en este trabajo se hace un cálculo de la sedimentación regional en la planicie de inundación del Río Beni, dicho cálculo se realizo midiendo el flujo de sedimentos entre el Estrecho del Bala y el flujo de sedimentos en Portachuelo, entre estas dos estaciones existe una disminución del transporte de sedimentos, esta disminución del flujo de materiales se considera como material sedimentado en la cuenca, el material retenido por la planicie es dividido entre el área de influencia de la inundación producida por el río, y así se obtiene la tasa de sedimentación, el resultado obtenido por Guyot es de 0,53 g·cm<sup>-2</sup>·año<sup>-1</sup>, este promedio es menor al obtenido mediante el <sup>210</sup>Pb. Se debe hacer notar que los resultados obtenidos por Guyot reflejan datos de un par de años, y publicados el año 2003, y hasta la fecha no se conocen otras publicaciones con respecto al cálculo de la sedimentación mediante métodos hidrológicos.

El valor de la tasa de sedimentación mediada por Guyot refleja un valor de carácter regional en la planicie, el valor obtenido mediante el <sup>210</sup>Pb refleja la sedimentación en el sistema laguna, planicie de inundación y río elegido para este trabajo y es razonable que el promedio de la sedimentación en este transecto sea mayor al calculado por Guyot, por otro lado el transecto elegido para el muestreo, representa una actividad pasada de la dinámica del río, cuyas condiciones hidrológicas no se conocen completamente.

#### **5.3 CONCLUSIONES**

Los resultados hallados en este trabajo nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

Los índices de acumulación son muy elevados (0.9 – 1 g cm<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) en las zonas que se encuentran cerca del agua : TS6 sobre la orilla del Río Beni y TS2 sobre la orilla de la Laguna la Granja. Si los índices son parecidos en estas dos zonas, sus características granulométricas difieren : Los sedimentos depositados en la proximidad del Río Beni son más gruesos que los depositados cerca de la Laguna. El índice permanece fuerte en TS 3 muy próxima a la Laguna. Este índice disminuye claramente a medida que se aleja de las unidades de agua : 0.4 à 0.5 g cm<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> en TS4 localizado aproximadamente a 400 m de la Laguna y en TS5 localizado a la misma distancia del Río

El cálculo de la sedimentación mediante el uso de <sup>210</sup>Pb para la laguna La Granja no es factible, por la distribución anómala del <sup>210</sup>Pb, esta distribución irregular del isótopo radiactivo en el perfil de profundidad (**Figura 26**) se debe a la removilización del <sup>210</sup>Pb en la columna de sedimentos, producto del oleaje en la laguna, esta removilización de la columna de sedimentos produce una dilución de las actividades de <sup>210</sup>Pb.

La metodología para la colección de testigos, para el análisis de contenido de <sup>210</sup>Pb en el transecto de la planicie de inundación ha sido adecuada, a los requerimientos que exige el modelo de cálculo utilizado, por lo tanto los resultados obtenidos mediante <sup>210</sup>Pb, de la tasa de sedimentación en el transecto son válidos y comparables con otros métodos de cálculo.

Los resultados obtenidos reflejan la máxima sedimentación para 100 años, para el transecto entre la laguna La Granja y el Río Beni, discriminando eventos individuales, condición que no permite hacer correlación de eventos en el pasado.

El <sup>210</sup>Pb es un método válido para el cálculo de la sedimentación, en planicies de inundación, de acuerdo con los resultados obtenidos, y por lo tanto puede ser aplicable en diferentes condiciones morfológicas planteadas en el presente estudio

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Appleby P. G., Oldfield F.** 1978. The calculation of Lead – 210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported <sup>210</sup>Pb to the sediment. University of Liverpool, Department of Applied Mathematics and Theorical Physics and Department of Geography. Vol. 5 U.K. p 1-8.

Appleby P., Nolan P., Gifford D., Godfrey M., Oldfield F., Anderson N., Battarbee R. 1986. Dating by low background gamma counting. Netherlands p. 21-27.

**Baby P., Colletta B., Zubieta D.** 1995. Etude geometrique et experimentale d un bassin transporte: exemple du synclinoriun de alto beni (Andes centrals). ORSTOM. p. 797-811.

**Castro M., Roulet M., Gautier E., Brunstein D.,** 2006. Modelización de la sedimentación actual en la planicie de inundación del río Beni mediante el uso de <sup>210</sup>Pb. XVII Congreso geológico Boliviano. P. 77-80.

**Dumont F., Gerail G. Guyot J.L.** 1991. Subsidencia, inestabilidad fluvial y repartición de los placeres distales de oro el caso del rio beni (Bolivia), ORSTOM-Bolivia. p. 43-46.

**Dumont F.** 1993 Neotectonic of subandes/brazilian craton boundaries: data from the marañon and beni basins. ORSTOM-Bolivie. p. 77-80.

**Dumont F., Catherine M., Parrot J. F.** 1993. Quantitative analysis of asymmetrical fluvial pattern to study active deformations in subandes basins. ORSTOM-Bolivie. p. 81-84.

**Dumont F.** 1996. Neotectonics of subsiding basing case studies from Marañon and Beni basins, Peru and Bolivia. ORSTOM France p. 226-230.

**Dumont F.** 1996. Neotectonics of the Subandes-Brazilian craton boundary using geomorphological data: the Marañon and beni basins. ELSERVIER France p. 137-151.

**Forsberg B., Godoy M. Victoria R.** 1989. Development and erosion in the brazilian amazon a geochoronological case study. Geojurnal p. 402-405.

**Gale S., Haworth R. & Pisanu P.** 1995. The <sup>210</sup>Pb chronology of late Holocene deposition in an estern Australian lake basin. PERGAMON U.K. vol. 14 p. 395-408.

Gautier E., Brunstein D., Vauchel P., Roulet M., Guyot J. L. Bourr L. 2007. temporal relations between meander deformation, water dischange and sediment fluxes in the foodplain of the rio Beni (Bolivian Amazonia). Interscience Earth Surface Processes and Landforms Earth. France.

Godoy J., Padovany C., Jean R., Vieira M., Zenildo N., Galdino S. 2002. Evaluation of siltation of river Taquari Pantanal Barazil through <sup>210</sup>Pb geochronology of foodplains Lake sediments. Vol.13 71-77.

**Gunker G.** 2003. Limnología de un Lago Tropical de Alta Montaña, en Ecuador: Características de los sedimentos y tasa de sedimentación. Universidad Técnica de Berlín, Departamento de Manejo de la Calidad de Agua, Alemania p 381-390.

**Guyot JL**. 1993. *Hydrogéochimie des Fleuves de l'Amazonie Bolivienne*. ORSTOM (Coll. Etudes et Thèses).

**Guyot J.L., Jouanneau J.M., Quintanilla J., Wasson J.G.** 1993. Les flux de matières dissoutes et particulaires exportés des Andes par le Rio Béni (Amazonie bolivienne), en période de crue. Geodinamica Acta., 6(4) : 233-241.

**Hanagarth W.** 1993. Acerca de la geoecología de las sabanas del Beni en el Noreste de Bolivia, Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.

**Harworth E. & Lund J.** 1983. Lake sediment history university of minesota ,Mineapolis Empirical testing of Pb-210 dating models for lake sediments. U.S.A. p. 91-124.

**He Q: & Walling E. D.**1994. Use of fallout Pb<sup>210</sup> measurements to investigate longer \_term rates and patterns of overbank sediment deposition on the foodplains of lowland rivers. Earth surface processes and landforms vol. 21 U.K. p. 141-154.

**He Q: & Walling E. D.**1995. Interpreting Particle Size Effects in the adsorption of <sup>137</sup>Cs and Unsupported <sup>210</sup>PB By Mineral Soils and Sediments ELSEVIER U.K. p. 117-137.

**John A. R. & Edginton D.** 1974. Determination of recent sedimentation rates in lake Michigan using Pb-210 and Cs-137 vol. 39 Northern Ireland p. 285-304.

**Koide M., Bruland K. W., Goldberg E. D.** 1973. Th-228/Th-232 and Pb-210 geochronologies in marine and lake sediments, Scripps Institution of Oceanography, University of California, La Jolla, California U.S.A. Vol. 37 p. 1171-1187.

**Kondolf G. M., Piegay H.** 2003. tools in fluvial geomorphology John Wiley and sons ltd. U.K. p 233-269.

**Leady B. & Gottgems J.** 2001, mercury accumulation in sediments cores and along food chains in two regions of the brazilian Pantanal. Netherlands p. 349-361.

**Luque Marín, José Antonio** 2003, El Lago de Sanabria: un sensor de las oscilaciones climáticas del Atlántico Norte durante los últimos 6.000 años. Universidad de Barcelona, Barcelona España.

**Robbins J. & Herche L.** 1993 Radiochemical Limnology Models and uncertain in Pb-210 dating of sediments Germany p. 217-222.

**Roche M.A., Fernandez C.F.** 1988. Water resources, salinity and salt yields of rivers in the Bolivian Amazon. *Journal of Hydrology* **101**: 305–331

**Rodazz M., Viers J., Brusset S., Baby P., Hérail G.** 2005. Sediment provenances and drenaige evolution of the Neogene Amazonian foreland basin. ELSEVIER France p. 57-78.

Santos G., Cordeiro R., Silva F. V. Turcq B., Lacerda L., Fifield L., Gomes P., Hausladen P., Sifeddine A., Albuquerque. 2001. Chronology of the atmospheric mercury in lagoa da pata basin upper rio negro region of brazilian amazon vol. 43 2001. p. 801-808.

**Smith J. & Walton A.** 1980. Sediment accumulation rates and geochronologies measured in the Saguenay Fjord using the Pb-210 dating method U.K. p. 225-240.

**Steven Goodbred, Jr., Steven A. Kuehl** 1998. Foodplain processes in the Bengal Basin and the storage of Ganges-brahmaputra river sediment: an accretion study using <sup>137</sup>Cs and <sup>210</sup> Pb ELSEVIER Sedimentary Geology 121 p. 239-258.

**Stokens S. & Walling D.** 2003 Radiogenic and isotopic methods for the direct dating of fluvial sediments University of oxford U.K. p. 233-252.

**Suarez R.** 1996. Léxico Estratigráfico de Bolivia, Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, Cochabamba, Bolivia, Vol. 17 Número 1-2.

**Suarez R.** 2000. Compendio de Geología de Bolivia, Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, Cochabamba, Bolivia, Vol. 18 Número 1-2.

**Walling D. E.** 1997. The spatial variability of overbank sedimentation on river floodplains U.K. p.210-228.

**Walling D., He Q.** 1997. Use of fallout <sup>137</sup>Cs in investigations of overbank sediment deposition on river foodplains. ELSEVIER U.K. p. 263-282.

# **ANEXOS**

**FILE** 180 Roulet Customer # 18,0

Customer: Marc Roulet

Technical Contact

Pb210

SERVICE: Analyses ADDRESS: IRD Bolivia UR154 LMTG

Av. Hernando Siles #5290 -

Obrajes

La Paz, Bolivia

Tel Of: (591-2) 277-24-

PHONE: 59

FAX Fax: (591-2) 278-29-44

**EMAIL** e-mail: marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr

The Results are provided for the use of the Customer named.

The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Sample	Disk	Customer	D	Depth		Precisn	
Number	#	labelling	Тор	Top Bottom		1 STD	
			cm	cm	(Bq/g)	(%)	
	Date	2002,73					
	821	IC525	1	2	0,097	6	
	822	IC386	2	3	0,079	7	
	824	IC626	5	6	0,026	11	
	823	IC412	3	4	0,015	12	
	825	IC426	7	8	0,012	14	
	826	IC415	13	14	0,016	15	
	827	IC669	18	19	0,014	15	
	829	IC618/IC518	23	24	0,020	12	
	831	IC767	28	29	0,017	13	
	833	MC141/MC148	1	2	0,014	10	
	834	MC151	6	7	0,013	12	
	835	MC139	11	12	0,013	15	
	836	MC125	16	17	0,017	14	
	828	IC500	21	22	0,023	12	
	830	IC487	26	27	0,021	14	
	832	IC639/IC634	31	32	0,032	10	
	837	TSI			0,037	10	

Anexo 1. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS1

FILE Customer # DIRECTORY	180 Roulet 18,0		
		QA/QC Checks	Result s
Custome r:	Marc Roulet	tracer weights	OK no C
Technical		Sample	OK no
Contact		Weights	С
SERVIC	Pb210 Analyses	Dates	OK no
E:			С
ADDRE	IRD	cps	OK no
SS:	Bolivia	calculations	С
	UR154 LMTG	Yield calcs and	anomalies
	Av. Hernando Siles #5290 - Obr	ajes	
	La Paz, Bolivia	Dating	
PHONE:	Tel Of: (591-2) 277-24- 59	Ü	
FAX	Fax: (591-2) 278-29-44		
EMAIL	e-mail: marquinh@caoba.enteln	et.bo/roulet@ci	ct.fr

The Results are provided for the use of the Customer named. The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results

	-	sibility for a	_	or inter				040	ъ.	
Sample	Disk	Custom	Depth		Count	209 Bo	210	210 Po	Pb-	Precisn
Number	#	er	Тор	Botto	ing Time	Po	Po Count	Po Meas	210	1 STD
Hamber	**	labelling	Юр	m	111110	S	S	Wicas		1015
						Ū	Ū			
			cm	cm	(sec.)			(Bq/g)	(Bq/g)	(%)
					, ,					
TS2	972	IC729	1,0	2,0	59132	2321	464	0,074	0,096	5,1
	973	IC571	2,0	3,0	59114	2803	429	0,051	0,066	5,2
	974	IC631	4,0	5,0	59094	2515	159	0,021	0,028	8,2
	975	IC694	6,0	7,0	10529	4100	216	0,015	0,020	7,0
					8					
	976	MCM165	2,0	3,0	10535	4236	135	0,010	0,013	8,7
					8					
	977	IC674	6,0	7,0	10549	5033	142	0,010	0,014	8,5
			,	,	2			,	·	•
	978	IC499	11,0	12,0	44094	1422	59	0,012	0,016	13,3
	979	IC712	22,0	23,0	50734	2172	199	0,036	0,048	7,4
	980	MCM178	4,0	5,0	50761	2645	81	0,009	0,011	11,3
	981	MCM152	9,0	10,0	46522	2149	46	0,007	0,009	14,9
	982	MCM082	19,0	20,0	46648	1854	63	0,009	0,012	12,8
	983	MCM062	23,0	24,0	46656	2090	63	0,003	0,012	12,8
	903	IVICIVIOOI	23,0	∠4,0	<del>-</del> 0000	2030	03	0,011	0,011	12,0

Anexo 2. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS2

FILE 180 Roulet
Customer # 18,0
Customer: Marc Roulet

Technical Contact

SERVICE:

ADDRESS:

Pb210 Analyses

IRD Bolivia UR154 LMTG

Av. Hernando Siles #5290 -

Obrajes La Paz, Bolivia

Tel Of: (591-2) 277-24-

PHONE: 59

FAX Fax: (591-2) 278-29-44

EMAIL e-mail: marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr

The Results are provided for the use of the Customer named.

The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Sample Number	Disk #	Section Top	of Core Bottom	210 Po Meas	Pb-210	Precisn 1 STD	Interpolate Pb-210
IC762	444	0	1	0,083	0,135	5	0,135
IC488	445	1	2	0,045	0,074	5	0,074
IC492	446	4	5	0,021	0,034	7	0,034
IC607	447	7	8	0,018	0,030	7	0,030
IC716	448	12	13	0,034	0,055	6	0,055
IC377	449	15	16	0,017	0,028	7	0,028
MC105	450	0	1	0,017	0,028	7	0,028
MC104	451	5	6	0,024	0,039	7	0,039
MC086	452	9	10	0,016	0,026	8	0,026
MC077	453	12	13	0,012	0,020	9	0,020
MC060	454	19	20	0,014	0,023	8	0,023
MC058	455	25	26	0,013	0,022	14	0,022

Anexo 3. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS 3

FILE	180 Roulet
Customer #	18,0
DIRECTORY	

DIRECTORT		QA/QC Checks	Result s
Custom er:	Marc Roulet	tracer weights	OK no C
Technical Contact		Sample Weights	OK no C
SERVIC E:	Pb210 Analyses	Dates	OK no C
ADDRE	IRD	cps	OK no
SS:	Bolivia	calculations	С
	UR154 LMTG	Yield calcs and	d anomalies
	Av. Hernando Siles #5290 - Obr	ajes	
	La Paz, Bolivia	Dating	
PHONE	Tel Of: (591-2) 277-24-		
:	59		
FAX	Fax: (591-2) 278-29-44		
EMAIL	e-mail: marquinh@caoba.enteln	<u>iet.bo/roulet@cid</u>	<u>ct.fr</u>

The Results are provided for the use of the Customer named. The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Sample	Disk	Custo mer label	De	pth Botto	Coun ting	209 Po Cou	210 Po Cou	210 Po	Pb- 210	Precisn
Number	#	ling	Тор	m	Time	nts	nts	Meas		1 STD
			cm	cm	(sec.)			(Bq/g)	(Bq/g)	(%)
TS4	984	IC535	0,0	1,0	41397	1381	345	0,065	0,086	6,0
	985	IC675	1,0	2,0	41389	1771	207	0,063	0,083	7,3
	986	IC690	4,0	5,0	41348	1901	142	0,025	0,033	8,7
	987	IC522	8,0	9,0	47166	2005	143	0,021	0,028	8,7
	988	MC124	1,0	2,0	47147	1963	135	0,026	0,035	8,9
	989	MC123	7,0	8,0	47127	2347	227	0,033	0,044	7,0
	990	MC166	17,0	18,0	59066	2195	87	0,015	0,019	10,9
	991	MC154	28,0	29,0	59134	1705	100	0,025	0,033	10,3
	992	MCM179	4,0	5,0	59138	3102	97	0,012	0,016	10,3
	993	MCM055	15,0	16,0	79557	1330	38	0,014	0,019	16,5
	994	MCM256	25,0	26,0	65562	2587	97	0,017	0,022	10,3

Anexo 4. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS4

FILE 180 Roulet Customer # 18,0

**DIRECTORY** 

Marc Roulet tracer weights OK no Custom С er: Sample OK no Technical Contact Weights C Pb210 Analyses **SERVIC Dates** OK no С ADDRE **IRD** cps OK no SS: Bolivia calculations С

UR154 LMTG Yield calcs and anomalies

Av. Hernando Siles #5290 - Obrajes La Paz, Bolivia Dating

PHONE Tel Of: (591-2) 277-24-

59

FAX Fax: (591-2) 278-29-44

e-mail: marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr

The Results are provided for the use of the Customer named. The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Sample Number	Disk #	Section Top	of Core Bottom	Total Dry Weight	210 Po Meas	Pb-210	Precisn 1 STD	Interpolate Pb-210
		(cm)	(cm)	(g/ml)	(Bq/g)	(Bq/g)	(%)	(Bq/g)
IC608	431	0	0,5	0,562	0,031	0,050	10	0,050
IC644	432	1	1,5	0,947	0,030	0,047	9	0,047
IC769/764	433	4	4,5	0,919	0,016	0,025	11	0,025
IC740	434	7	7,5	0,701	0,013	0,021	11	0,021
IC539	435	9	9,5	1,145	0,015	0,023	12	0,023
IC460	436	14	14,5	1,291	0,010	0,015	15	0,015
IC356	437	19	19,5	1,222	0,021	0,034	5	0,034
IC358	438	24	24,5	1,271	0,010	0,016	8	0,016
IC561	439	29	29,5	1,217	0,012	0,018	13	0,018
IC753	440	39	39,5	1,280	0,015	0,024	12	0,024
IC542	441	49	49,5	1,401	0,008	0,012	16	0,012
IC689/688	442	59	59,5	1,311	0,011	0,017	14	0,017
IC725	443	71	71,5	1,240	0,008	0,013	13	0,013

Anexo 5. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS5

FILE Customer # DIRECTORY	180 Roulet 18,0		
Customer :	Marc Roulet	tracer weights	OK no C
Technical Contact		Sample Weights	OK no C
SERVICE :	Pb210 Analyses	Dates	OK no C
ADDRES S:	IRD Bolivia	cps calculations	OK no C
	UR154 LMTG Av. Hernando Siles #5290 - Obrajes	Yield calcs and ar	omalies
	La Paz, Bolivia	Dating	
PHONE:	Tel Of: (591-2) 277-24-59		

FAX Fax: (591-2) 277-24-59 FAX Fax: (591-2) 278-29-44

EMAIL e-mail: <u>marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr</u>

The Results are provided for the use of the Customer named. The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Disk #	Customer labelling	Do Top	epth Bottom	Sample Weight used	209 Po Weight	Pb-210	Precisn
		cm	cm	(mg)	(mg)	(Bq/g)	(%)
Date	2002,73						
821	IC525	1	2	807	129	5,155	6
822	IC386	2	3	602	131	4,214	7
824	IC626	5	6	687	132	1,379	11
823	IC412	3	4	870	129	0,786	12
825	IC426	7	8	896	127	0,632	14
826	IC415	13	14	702	128	0,854	15
827	IC669	18	19	683	129	0,727	15
829	IC618/IC518	23	24	641	128	1,060	12
831	IC767	28	29	833	127	0,929	13
833	MC141/MC148	1	2	912	128	0,721	10
834	MC151	6	7	878	130	0,708	12
835	MC139	11	12	832	130	0,706	15
836	MC125	16	17	698	132	0,901	14
828	IC500	21	22	729	127	1,233	12
830	IC487	26	27	636	130	1,100	14
832	IC639/IC634	31	32	865	129	1,720	10

Anexo 6. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS6

FILE	180 Roulet
Customer #	18,0
DIRECTORY	

Customer	Marc Roulet	tracer weights	OK no
Technical Contact		Sample Weights	OK no
			С
SERVICE	Pb210 Analyses	Dates	OK no
:			С
ADDRES	IRD	cps calculations	OK no
S:	Bolivia	•	С
	UR154 LMTG	Yield calcs and ar	nomalies
	Av. Hernando Siles #5290 - Obrajes	riola dalog alla al	iomanoo
	La Paz, Bolivia	Dating	
	La i az, Dolivia	Dailing	

Tel Of: (591-2) 277-24-59

PHONE: Fax: (591-2) 278-29-44 FAX

**EMAIL** e-mail: marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr

> The Results are provided for the use of the Customer named. The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Number	#	labelling	Тор	Bottom	Time	Counts	Counts	Meas		1 STD
			cm	cm	(sec.)			(Bq/g)	(Bq/g)	(%)
TS7	995	MC075	0,0	1,0	65572	2423	443	0,068	0,091	5,2
	996	MC005	1,0	2,0	30997	1285	173	0,045	0,060	8,1
	997	MC020	3,0	4,0	30993	1336	89	0,019	0,026	10,9
	998	MC048	8,0	9,0	49644	502	21	0,014	0,019	22,3
	998b	MC048	8,0	9,0	89962	2661	100	0,013	0,017	10,2
	999	MC008	12,0	13,0	49534	1972	77	0,016	0,021	11,6
	1	MC092	16,0	17,0	67077	1762	40	0,009	0,013	16,0
	2	MC030	18,0	19,0	67044	2725	87	0,010	0,014	10,9
	3	MC025	22,0	23,0	67070	2452	82	0,010	0,014	11,2
	4	MC013	27,0	28,0	58340	2085	80	0,013	0,019	11,4
	5	MC020	3,0	32,0	89996	4716	199	0,017	0,022	7,2
	6	MCM035	6,0	7,0	50324	2116	104	0,018	0,025	10,0
	7	MCM185	16,0	17,0	50435	2532	81	0,013	0,017	11,3
	8	MCM118	24,0	24,9	36267	1647	75	0,013	0,017	11,8

Anexo 7. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TS 7.

FILE Customer # DIRECTORY	180 Roulet 18,0		
Customer	Marc Roulet	tracer weights	OK no C
Technical Contact		Sample Weights	OK no C
SERVICE	Pb210 Analyses	Dates	OK no C
ADDRES S:	IRD Bolivia	cps calculations	OK no C
	UR154 LMTG Av. Hernando Siles #5290 - Obrajes	Yield calcs and ar	nomalies
	La Paz, Bolivia	Dating	
PHONE:	Tel Of: (591-2) 277-24-59		
FAX	Fax: (591-2) 278-29-44		

e-mail: marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr **EMAIL** 

> The Results are provided for the use of the Customer named. The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Sample	Disk	Customer	Depth		Pb-210	Precisn
Number	#	labelling	Тор	Bottom		1 STD
			cm	cm	(Bq/g)	(%)
BENI 2002 GRANJA						
	9	C266	0,0	1,0	0,035	8,4
	10	C272	1,0	2,0	0,024	9,7
	11	C274	4,0	5,0	0,025	10,7
	12	C262	9,0	10,0	0,031	9,6
	13	C269	14,0	15,0	0,037	7,7
	14	C252	20,0	21,0	0,024	11,2
	15	C17	25,0	26,0	0,031	8,8
	16	C8	30,0	31,0	0,040	7,3
	17	C22	36,0	37,0	0,038	9,4
	18	C7	40,0	41,0	0,044	7,7
	19	C263	50,0	51,0	0,038	8,8
	20	C219	60,0	61,0	0,038	12,7
	21	C220	70,0	71,0	0,033	12,7

Anexo 8. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo GRC 2.

FILE 180 Roulet
Customer # 18,0
Customer: Marc Roulet

Technical Contact

Pb210
SERVICE: Analyses
ADDRESS: IRD Bolivia
UR154 LMTG

Av. Hernando Siles #5290 -

Obrajes La Paz, Bolivia

Tel Of: (591-2) 277-24-

PHONE: 59

FAX Fax: (591-2) 278-29-44

EMAIL e-mail: marquinh@caoba.entelnet.bo/roulet@cict.fr

The Results are provided for the use of the Customer named.

The Customer accepts complete responsibility for any use or interpretation of the results.

Sample Number	Disk #	Section Top	of Core Bottom	Pb-210	Precisn 1 STD
	Date	(cm) 2002,73	(cm)	(Bq/g)	(%)
c201 c116-	361	0,00	4,50	0,144	3,2
c105	362	0,00	1,00	0,050	4,9
176-177	363	2,00	3,00	0,033	5,3
182-174	364	5,00	6,00	0,021	7,1
173-195	365	9,00	10,00	0,020	5,9
197-178	366	15,00	16,00	0,016	7,8
117-151	367	20,00	21,00	0,015	9,0
111-172	368	25,00	26,00	0,023	6,8
88-97	369	2,00	3,00	0,016	8,2
39-86	370	12,00	13,00	0,017	10,2
64-50	371	22,00	23,00	0,016	10,0
23-98	372	5,00	6,00	0,021	8,5
44-28	373	15,00	16,00	0,017	8,3
192-149	374	29,00	30,00	0,028	8,7

Anexo 9. Datos proporcionados por los laboratorios MyCore de Canada acerca de la concentración de 210pb en el testigo TE 4.

Nº de Frasco	Tu bo	Hori- zonte por Tubo	Profun- didades	Hori- zonte	Peso Fraso Vacío	Peso Sedi- mento Húme- do	Peso Seco Frasco + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volumen cc	% Agua	Densi - dad gr/cc	Densi- dad Prome- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Activi- dad	Muestras para Granulo- metría
IC 751	1	0-1	0,5	0-1	6,6	4,7	10,0	3,4	20,268	27,66	0,17	0,17			
IC 525	1	1-2	1,5	1-2	6,6	14,2	17,7	11,1	20,268	21,83	0,55	0,55	Х	0,097	Х
IC 386	1	2-3	2,5	2-3	6,6	17,5	21,0	14,4	20,268	17,71	0,71	0,75	Х	0,079	Х
IC 672	1	3-4	3,5	3-4	6,6	23,4	26,5	19,9	20,268	14,96	0,98	0,83			Х
IC 520	1	4-5	4,5	4-5	6,6	19,3	23,0	16,4	20,268	15,03	0,81	1,10			
IC 626	1	5-6	5,5	5-6	6,6	37,7	37,4	30,8	20,268	18,30	1,52	1,07	Х	0,026	Х
IC 442	2	0-1	6,5	6-7	6,6	20,9	24,4	17,8	20,268	14,83	0,88	1,26			
IC 411	2	1-2	7,5	7-8	6,6	32,3	34,9	28,3	20,268	12,38	1,40	1,16			
IC 406	2	2-3	8,5	8-9	6,6	27,4	31,3	24,7	20,268	9,85	1,22	1,16			
IC 412	2	3-4	9,5	9-10	6,6	19,5	23,9	17,3	20,268	11,28	0,85	1,10	Х	0,015	Х
IC 447	2	4-5	10,5	10-11	6,6	27,6	31,3	24,7	20,268	10,51	1,22	1,08			
IC 444	2	5-6	11,5	11-12	6,6	26,7	30,4	23,8	20,268	10,86	1,17	1,16			
IC 431	2	6-7	12,5	12-13	6,6	23,7	28,7	22,1	20,268	6,75	1,09	1,11			
IC 426	2	7-8	13,5	13-14	6,6	24,0	28,1	21,5	20,268	10,42	1,06	1,19	Х	0,012	Х
IC 424	2	8-9	14,5	14-15	6,6	32,0	35,6	29,0	20,268	9,38	1,43	1,15			
IC 428	2	9-10	15,5	15-16	6,6	21,1	26,0	19,4	20,268	8,06	0,96	1,24			
IC 427	2	10-11	16,5	16-17	6,6	29,6	33,3	26,7	20,268	9,80	1,32	1,03			
IC 405	2	11-12	17,5	17-18	6,6	18,2	23,4	16,8	20,268	7,69	0,83	1,08			
IC 657	2	12-13	18,5	18-19	6,6	23,8	28,8	22,2	20,268	6,72	1,10	1,00			
IC 415	2	13-14	19,5	19-20	6,6	24,0	28,1	21,5	20,268	10,42	1,06	1,12	Х	0,016	Х
IC 689	2	14-15	20,5	20-21	6,6	27,0	31,2	24,6	20,268	8,89	1,21	1,16			
IC 667	2	15-16	21,5	21-22	6,6	25,8	30,8	24,2	20,268	6,20	1,19	1,12			
IC 745	2	16-17	22,5	22-23	6,6	20,6	25,9	19,3	20,268	6,31	0,95	1,08			
IC 584	2	17-18	23,5	23-24	6,6	23,5	28,6	22,0	20,268	6,38	1,09	1,02			
IC 669	2	18-19	24,5	24-25	6,6	22,1	27,2	20,6	20,268	6,79	1,02	1,05	Х	0,014	Х
IC 682	2	19-20	25,5	25-26	6,6	22,9	27,8	21,2	20,268	7,42	1,05	1,02			
IC 490	2	20-21	26,5	26-27	6,6	22,2	27,1	20,5	20,268	7,66	1,01	1,07			
IC 578	2	21-22	27,5	27-28	6,6	26,8	29,8	23,2	20,268	13,43	1,14	1,10			

IC 659	2	22-23	28,5	28-29	6,6	30,0	29,9	23,3	20,268	22,33	1,15	1,13	ĺ		
IC 518	2	23-24	29,5	29-30	6,6	27,9	28,8	22,2	20,268	20,43	1,10	1,11	Х	0,020	Х
IC 720	2	24-25	30,5	30-31	6,6	26,3	28,3	21,7	20,268	17,49	1,07	1,15			
IC 649	2	25-26	31,5	31-32	6,6	31,2	32,6	26,0	20,268	16,67	1,28	1,18			
IC 594	2	26-27	32,5	32-33	6,6	28,1	30,5	23,9	20,268	14,95	1,18	1,20			
IC 463	2	27-28	33,5	33-34	6,6	27,6	29,9	23,3	20,268	15,58	1,15	1,22			
IC 767	2	28-29	34,5	34-35	6,6	32,7	33,5	26,9	20,268	17,74	1,33	1,19	Х	0,017	Х
IC 699	2	29-30	35,5	35-36	6,6	26,0	29,0	22,4	20,268	13,85	1,11	1,20			
IC 601	2	30-31	36,5	36-37	6,6	27,8	30,4	23,8	20,268	14,39	1,17	1,28			
IC 434	2	31-32	37,5	37-38	6,6	37,9	38,5	31,9	20,268	15,83	1,57	1,25			
MC 145	3	0-1	38,5	38-39	6,6	23,0	27,1	20,5	20,268	10,87	1,01	1,18			
MC 148	3	1-2	39,5	39-40	6,6	21,7	26,2	19,6	20,268	9,68	0,97	1,03	Х	0,014	Х
MC 146	3	2-3	40,5	40-41	6,6	24,2	29,1	22,5	20,268	7,02	1,11	1,06			Х
MC 150	3	3-4	41,5	41-42	6,6	23,7	28,7	22,1	20,268	6,75	1,09	1,12			
MC 155	3	4-5	42,5	42-43	6,6	25,6	30,4	23,8	20,268	7,03	1,17	1,13			
MC 160	3	5-6	43,5	43-44	6,6	25,2	29,7	23,1	20,268	8,33	1,14	1,11			
MC 151	3	6-7	44,5	44-45	6,6	22,4	27,2	20,6	20,268	8,04	1,02	1,15	Х	0,013	Х
MC 147	3	7-8	45,5	45-46	6,6	29,9	32,9	26,3	20,268	12,04	1,30	1,09			Х
MC 142	3	8-9	46,5	46-47	6,6	22,4	25,8	19,2	20,268	14,29	0,95	1,10			
MC 163	3	9-10	47,5	47-48	6,6	23,3	27,7	21,1	20,268	9,44	1,04	1,04			
MC 164	3	10-11	48,5	48-49	6,6	24,5	29,4	22,8	20,268	6,94	1,12	1,08			
MC 139	3	11-12	49,5	49-50	6,6	22,6	28,3	21,7	20,268	3,98	1,07	1,13	Х	0,013	Х
MC 134	3	12-13	50,5	50-51	6,6	25,7	30,9	24,3	20,268	5,45	1,20	1,17			
MC 156	3	13-14	51,5	51-52	6,6	26,9	31,7	25,1	20,268	6,69	1,24	1,21			
MC 149	3	14-15	52,5	52-53	6,6	26,1	30,8	24,2	20,268	7,28	1,19	1,23			
MC 140	3	15-16	53,5	53-54	6,6	27,7	31,9	25,3	20,268	8,66	1,25	1,20			
MC 125	3	16-17	54,4	54-55	6,6	25,7	30,0	23,4	20,268	8,95	1,15	1,17	Х	0,017	Х
IC 641	3	17-18	55,5	55-56	6,6	24,8	29,3	22,7	20,268	8,47	1,12	1,12			
IC 653	3	18-19	56,5	56-57	6,6	24,9	28,3	21,7	20,268	12,85	1,07	1,08			
IC 609	3	19-20	57,5	57-58	6,6	25,5	27,9	21,3	20,268	16,47	1,05	1,08			
IC 517	3	20-21	58,5	58-59	6,6	27,9	29,4	22,8	20,268	18,28	1,12	1,08			
IC 500	3	21-22	59,5	59-60	6,6	27,5	28,2	21,6	20,268	21,45	1,07	1,05	Х	0,023	Х
IC 592	3	22-23	60,5	60-61	6,6	24,4	25,8	19,2	20,268	21,31	0,95	1,05			

IC 760	3	23-24	61,5	61-62	6,6	29,8	29,8	23,2	20,268	22,15	1,14	1,05			
IC 749	3	24-25	62,5	62-63	6,6	28,2	28,1	21,5	20,268	23,76	1,06	1,16			
IC 467	3	25-26	63,5	63-64	6,6	33,5	32,5	25,9	20,268	22,69	1,28	1,16			
IC 487	3	26-27	64,5	64-65	6,6	29,5	29,9	23,3	20,268	21,02	1,15	1,25	Х	0,021	Х
IC 545	3	27-28	65,5	65-66	6,6	34,3	33,7	27,1	20,268	20,99	1,34	1,23			
IC 563	3	28-29	66,5	66-67	6,6	29,7	30,9	24,3	20,268	18,18	1,20	1,16			
IC 757	3	29-30	67,5	67-68	6,6	23,3	26,0	19,4	20,268	16,74	0,96	1,08			
IC 482	3	30-31	68,5	68-69	6,6	27,4	28,7	22,1	20,268	19,34	1,09	1,00			
IC 634	3	31-32	69,5	69-70	6,6	23,9	25,8	19,2	20,268	19,67	0,95	1,02	Х	0,032	Х

Anexo 10. Tabla de registro del testigo TS 1

Nº de Frasco	Tu bo	Hori- zonte por Tubo	Profun- didades	Hori- zonte	Peso Fraso Vacío	Peso Sedi- mento Húme- do	Peso Seco Frasco + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volumen cc	% Agua	Densi- dad gr/cc	Densi- dad Prome- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Activi- dad	Muestras para Granulo- metría
Mat Org	1	0-1	0,5	0-1	6,6	0		-6,60	20,268	####	-0,33	PERDIDO			
IC 729	1	1-2	1,5	1-2	6,6	9,7	11,6	5,00	20,268	48,45	0,25	0,25	Х	0,096	Х
IC 570	1	2-3	2,5	2-3	6,6	25,2	22,3	15,70	20,268	37,70	0,77	0,62	Х	0,066	Х
IC 514	1	3-4	3,5	3-4	6,6	26,8	23,4	16,80	20,268	37,31	0,83	0,81			Х
IC 631	1	4-5	4,5	4-5	6,6	25,6	23,6	17,00	20,268	33,59	0,84	0,83	Х	0,028	X
IC 736	1	5-6	5,5	5-6	6,6	28,6	23	16,40	20,268	42,66	0,81	0,80			X
IC 694	1	6-7	6,5	6-7	6,6	24	22,1	15,50	20,268	35,42	0,76	0,96	Х	0,02	X
MCM 063	2	0-1	7,5	7-8	6,6	33,7	32,9	26,30	20,268	21,96	1,30	1,24			
MCM 127	2	1-2	8,5	8-9	6,6	42,8	39,9	33,30	20,268	22,20	1,64	1,26			Х
MCM 165	2	2-3	9,5	9-10	6,6	22	23,8	17,20	20,268	21,82	0,85	1,35	Х	0,013	Х
MCM 168	2	3-4	10,5	10-11	6,6	40,6	38,2	31,60	20,268	22,17	1,56	1,13			Х
MCM 250	2	4-5	11,5	11-12	6,6	25,8	26,6	20,00	20,268	22,48	0,99	1,33			
MCM 090	2	5-6	12,5	12-13	6,6	38	35,7	29,10	20,268	23,42	1,44	1,12			
IC 674	2	6-7	13,5	13-14	6,6	25,2	25,9	19,30	20,268	23,41	0,95	1,24	Х	0,014	Х
IC 627	2	7-8	14,5	14-15	6,6	35,1	33,6	27,00	20,268	23,08	1,33	1,18			
IC 604	2	8-9	15,5	15-16	6,6	33,6	32,1	25,50	20,268	24,11	1,26	1,36			
IC 663	2	9-10	16,5	16-17	6,6	39,4	36,6	30,00	20,268	23,86	1,48	1,33			
IC 497	2	10-11	17,5	17-18	6,6	33,6	32,1	25,50	20,268	24,11	1,26	1,29			
IC 499	2	11-12	18,5	18-19	6,6	29,8	29,3	22,70	20,268	23,83	1,12	1,16	Х	0,016	Х
IC 676	2	12-13	19,5	19-20	6,6	29,5	28,7	22,10	20,268	25,08	1,09	1,20			
IC 683	2	13-14	20,5	20-21	6,6	37,3	34,6	28,00	20,268	24,93	1,38	1,25			
IC 688	2	14-15	21,5	21-22	6,6	34,1	32,3	25,70	20,268	24,63	1,27	1,24			
IC 598	2	15-16	22,5	22-23	6,6	29,1	28,5	21,90	20,268	24,74	1,08	1,20			Х
IC 742	2	16-17	23,5	23-24	6,6	33,6	31,8	25,20	20,268	25,00	1,24	1,16			
IC 574	2	17-18	24,5	24-25	6,6	31,7	30,3	23,70	20,268	25,24	1,17	1,25			
IC 361	2	18-19	25,5	25-26	6,6	36	33,9	27,30	20,268	24,17	1,35	1,23			
IC 375	2	19-20	26,5	26-27	6,6	32,4	30,6	24,00	20,268	25,93	1,18	1,19			Х
IC 673	2	20-21	27,5	27-28	6,6	28,3	27,4	20,80	20,268	26,50	1,03	1,14			
IC 666	2	21-22	28,5	28-29	6,6	32,5	30,9	24,30	20,268	25,23	1,20	1,19			
IC 712	2	22-23	29,5	29-30	6,6	35,7	33,7	27,10	20,268	24,09	1,34	1,26	X	0,048	Х

MCM 065	2	23-24	20 F	30-31	6.6	1 22 6	24.7	25,10	20,268	23,01	1.04	4.06	I	1 1	
MCM 096	2	23-24	30,5		6,6 6,6	32,6	31,7	24,20	20,268	<u> </u>	1,24	1,26			
	2		31,5	31-32		31,1	30,8		·	22,19	1,19	1,23			
MCM 101 MCM 188		25-26 26-27	32,5	32-33	6,6	33,3	32,3	25,70	20,268	22,82	1,27	1,24			
	2		33,5	33-34	6,6	37,5	32	25,40	20,268	32,27	1,25	1,19			<u>v</u>
MCM 403	2	27-28,2 <b>0-1</b>	34,5	34-35	6,6 <b>6,6</b>	27	28	21,40	20,268	20,74	1,06	1,18 1,01			X X
MCM 103 MCM 158	3	1-2	35,5	<b>35-36</b> 36-37	6,6	<b>33,6</b> 19,2	<b>31,5</b> 22	24,90	20,268	25,89 19,79	1,23 0,76	1,01			^
MCM 158	3	2-3	36,5 37,5	37-38	6,6	28,5	30.9	15,40 24,30	20,268	14,74	1,20	1,08			
MCM 026	3	3-4	38,5	38-39	6,6	30,1	32,4	25,80	20,268	14,74	1,27	1,08			
MCM 178	3	3-4 4-5	39,5	39-40	6,6	30,1	32,4	26,00	20,268	14,75	1,28	1,30	Х	0,011	Х
MCM 239	4	0-1	40,5	40-41	6,6	30,5	33,8	27,20		10,82	1,34	1,50	^	0,011	X
	4		41,5		6,6	42,2	44,4	·	20,268	i i	•				^
MCM 009 MCM 252	4	1-2 2-3	42,5	41-42 42-43	6,6	31,8	35,3	37,80 28,70	20,268 20,268	10,43 9,75	1,87 1,42	1,54 1,57			
MCM 255	4	3-4	43,5	43-44	6,6	32,2	35,8	29,20	20,268	9,73	1,44	1,43			
MCM 072	4	4-5	44,5	44-45	6,6	31,7	35,4	28,80	20,268	9,15	1,44	1,53			Х
MCM 050	4	5-6	45,5	45-46	6,6	38,5	41,8	35,20	20,268	8,57	1,74	1,46			^
MCM 033	4	6-7	46,5	46-47	6,6	26,9	31,3	24,70	20,268	8,18	1,22	1,48			
MCM 075	4	7-8	47,5	47-48	6,6	32,2	36,6	30,00	20,268	6,83	1,48	1,41			
MCM 053	4	8-9	48,5	48-49	6,6	33,5	37,5	30,90	20,268	7,76	1,52	1,53			
MCM 152	4	9-10	49,5	49-50	6,6	34,8	38,7	32,10	20,268	7,76	1,58	1,59	Х	0.009	Х
MCM 006	4	10-11	50,5	50-51	6,6	36,4	40,4	33,80	20,268	7,14	1,67	1,50		0,000	
MCM 040	4	11-12	51,5	51-52	6,6	27,2	31,8	25,20	20,268	7,35	1,24	1,40			
MCM 055	4	12-13	52,5	52-53	6,6	28,5	33	26,40	20,268	7,37	1,30	1,37			
MCM 012	4	13-14	53,5	53-54	6,6	34,3	38,3	31,70	20,268	7,58	1,56	1,56			
MCM 230	4	14-15	54,5	54-55	6,6	40	43,4	36,80	20,268	8,00	1,82	1,56			Х
MCM 004	4	15-16	55,5	55-56	6,6	28,5	32,9	26,30	20,268	7,72	1,30	1,52			
MCM 067	4	16-17	56,5	56-57	6,6	32	36,1	29,50	20,268	7,81	1,46	1,45			
MCM 042	4	17-18	57,5	57-58	6,6	35,1	38,8	32,20	20,268	8,26	1,59	1,56			
MCM 045	4	18-19	58,5	58-59	6,6	36,5	39,5	32,90	20,268	9,86	1,62	1,68			
MCM 082	4	19-20	59,5	59-60	6,6	41,8	43,9	37,30	20,268	10,77	1,84	1,62	Х	0,012	Х
MCM 029	4	20-21	60,5	60-61	6,6	31,6	34,7	28,10	20,268	11,08	1,39	1,68		,	
MCM 038	4	21-22	61,5	61-62	6,6	41	43,1	36,50	20,268	10,98	1,80	1,62			
MCM 010	4	22-23	62,5	62-63	6,6	37,8	40,4	33,80	20,268	10,58	1,67	1,67			
MCM 061	4	23-24	63,5	63-64	6,6	34,7	37,6	31,00	20,268	10,66	1,53	1,60	Х	0,011	Х

Anexo 11. Tabla de registro del testigo TS 2

Nº de Frasco	Tu bo	Hori- zonte por Tubo	Profun- didades	Hori- zonte	Peso Fraso Vacío	Peso Sedi- mento Húme- do	Peso Seco Frasco + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volumen cc	% Agua	Densi- dad gr/cc	Densi- dad Prome- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Actividad	Muestras para Granulo- metría
IC 762	1	0-1	0,5	0-1	6,6	13,4	15,9	9,3	20,268	30,60	0,46	0,46	х	0,135	Х
IC 488	1	1-2	1,5	1-2	6,6	18,9	21,1	14,5	20,268	23,28	0,72	0,68	х	0,074	Х
IC 710	1	2-3	2,5	2-3	6,6	21,7	24,2	17,6	20,268	18,89	0,87	0,84			
IC 529	1	3-4	3,5	3-4	6,6	22,5	25,4	18,8	20,268	16,44	0,93	0,85			
IC 492	1	4-5	4,5	4-5	6,6	18,3	22,1	15,5	20,268	15,30	0,76	0,84	Х	0,034	Х
IC 693	1	5-6	5,5	5-6	6,6	20,5	23,4	16,8	20,268	18,05	0,83	0,90			
IC 495	1	6-7	6,5	6-7	6,6	28	29,2	22,6	20,268	19,29	1,12	0,97			
IC 607	1	7-8	7,5	7-8	6,6	23,3	26,2	19,6	20,268	15,88	0,97	1,05	Х	0,030	Х
IC 507	1	8-9	8,5	8-9	6,6	25,8	28,2	21,6	20,268	16,28	1,07	1,00			
IC 471	1	9-10	9,5	9-10	6,6	24,3	26,1	19,5	20,268	19,75	0,96	1,12			
IC 339	1	10-11	10,5	10-11	6,6	34,8	33,9	27,3	20,268	21,55	1,35	1,12			
IC 371	1	11-12	11,5	11-12	6,6	26,4	27,8	21,2	20,268	19,70	1,05	1,17	х	0,055	Х
IC 716	1	12-13	12,5	12-13	6,6	29	29,3	22,7	20,268	21,72	1,12	1,04			
IC 565	1	13-14	13,5	13-14	6,6	25,1	26,1	19,5	20,268	22,31	0,96	1,03			
IC 459	1	14-15	14,5	14-15	6,6	26,9	27	20,4	20,268	24,16	1,01	1,07			
IC 377	1	15-16	15,5	15-16	6,6	32,6	31,8	25,2	20,268	22,70	1,24	1,18	Х	0,028	X
IC 399	1	16-17	16,5	16-17	6,6	33	32,6	26	20,268	21,21	1,28	1,19			
IC 491	1	17-18	17,5	17-18	6,6	27,5	27,5	20,9	20,268	24,00	1,03	1,18			
IC 636	1	18-19	18,5	18-19	6,6	32,9	31,5	24,9	20,268	24,32	1,23	1,05			
IC 724	1	19-19,8	19,5	19-19.8	6,6	22,7	24,5	17,9	20,268	21,15	0,88	1,07			Х
MC 105	2	0-1	20,5	19,8-20,8	6,6	31	28,6	22	20,268	29,03	1,09	1,00	Х	0,028	Х
MC 097	2	1-2	21,5	20,8-21,8	6,6	30	27,4	20,8	20,268	30,67	1,03	1,08			
MC 107	2	2-3	22,5	21,8-22,8	6,6	33,2	29,6	23	20,268	30,72	1,13	1,12			
MC 089	2	3-4	23,5	22,8-23,8	6,6	34,8	30,8	24,2	20,268	30,46	1,19	1,13			
MC 073	2	4-5	24,5	23,8-24,8	6,6	31,6	28,3	21,7	20,268	31,33	1,07	1,13			
MC 104	2	5-6	25,5	24,8-25,8	6,6	33,6	29,6	23	20,268	31,55	1,13	1,08	Х	0,039	Х
MC 110	2	6-7	26,5	25,8-26,8	6,6	30,1	27,3	20,7	20,268	31,23	1,02	1,07			
MC 119	2	7-8	27,5	26,8-27,8	6,6	30,7	28,2	21,6	20,268	29,64	1,07	1,04			

	1 1	i	1				1	1	ı	i	i i			1	
			1,18	1,05	28,38	20,268	21,2	27,8	29,6	6,6	27,8-28,8	28,5	8-9	2	MC 093
Χ	0,026	Х	1,21	1,43	24,87	20,268	29	35,6	38,6	6,6	28,8-29,8	29,5	9-10	2	MC 086
			1,28	1,15	25,24	20,268	23,4	30	31,3	6,6	29,8-30,8	30,5	10-11	2	MC 120
			1,21	1,24	26,96	20,268	25,2	31,8	34,5	6,6	30,8-31,8	31,5	11-12	2	MC 090
Х	0,020	Х	1,22	1,23	27,11	20,268	25	31,6	34,3	6,6	31,8-32,8	32,5	12-13	2	MC 077
			1,21	1,19	25,85	20,268	24,1	30,7	32,5	6,6	32,8-33,8	33,5	13-14	2	MC 115
			1,20	1,21	26,79	20,268	24,6	31,2	33,6	6,6	33,8-34,8	34,5	14-15	2	MC 080
			1,20	1,20	26,95	20,268	24,4	31	33,4	6,6	34,8-35,8	35,5	15-16	2	MC 098
Х			1,24	1,18	26,61	20,268	24	30,6	32,7	6,6	35,8-36,8	36,5	16-17	2	MC 065
			1,25	1,34	26,95	20,268	27,1	33,7	37,1	6,6	36,8-37,8	37,5	17-18	2	MC 109
			1,28	1,22	25,83	20,268	24,7	31,3	33,3	6,6	37,8-38,8	38,5	18-19	2	MC 053
Х	0,023	Х	1,25	1,28	26,63	20,268	25,9	32,5	35,3	6,6	38,8-39,8	39,5	19-20	2	MC 060
			1,28	1,27	26,36	20,268	25,7	32,3	34,9	6,6	39,8-40,8	40,5	20-21	2	MC 091
			1,31	1,31	26,18	20,268	26,5	33,1	35,9	6,6	40,8-41,0	41,5	21-22	2	MC 076
			1,31	1,37	25,34	20,268	27,7	34,3	37,1	6,6	41,8-42,8	42,5	22-23	2	MC 074
			1,33	1,27	25,94	20,268	25,7	32,3	34,7	6,6	42,8-43,8	43,5	23-24	2	MC 035
			1,31	1,36	25,47	20,268	27,5	34,1	36,9	6,6	43,8-44,8	44,5	24-25	2	MC 036
Х	0,022	Х	1,32	1,31	24,86	20,268	26,6	33,2	35,4	6,6	44,8-45,8	45,5	25-26	2	MC 058
			0,98	1,28	24,86	20,268	26	32,6	34,6	6,6	45,8-46,8	46,5	26-27	2	MC 070
			0,82	0,36	24,21	20,268	7,2	13,8	9,5	6,6	46,8-47,2	47,5	27-27,4	2	MC 69

Anexo 12. Tabla de registro del testigo TS 3

Nº de Frasco	Tubo	Hori- zonte por Tubo	Profun- didades	Hori- zonte	Peso Fraso Vacío	Peso Sedi- mento Húme- do	Peso Seco Frasco + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volumen cc	% Agua	Densi- dad gr/cc	Densi- dad Prome- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Actividad	Muestras para Granulo- metría
IC 535	1	0-1	0,5	0-1	6,6	18,9	22,30	15,70	20,268	16,93	0,77	0,77	Х	0,086	Х
IC 675	1	1-2	1,5	1-2	6,6	12,0	16,30	9,70	20,268	19,17	0,48	0,48	Х	0,083	
IC 532	1	2-3	2,5	2-3	6,6	19,1	22,30	15,70	20,268	17,80	0,77	0,74			
IC 530	1	3-4	3,5	3-4	6,6	23,4	26,30	19,70	20,268	15,81	0,97	0,85			Х
IC 690	1	4-5	4,5	4-5	6,6	18,7	22,80	16,20	20,268	13,37	0,80	0,90	Х	0,033	
IC 382	1	5-6	5,5	5-6	6,6	21,6	25,30	18,70	20,268	13,43	0,92	0,98			
IC 551	1	6-7	6,5	6-7	6,6	28,5	31,50	24,90	20,268	12,63	1,23	1,07			
IC 768	1	7-8	7,5	7-8	6,6	24,3	27,90	21,30	20,268	12,35	1,05	1,02			
IC 522	1	8-9	8,5	8-9	6,6	18,3	22,70	16,10	20,268	12,02	0,79	0,96	Х	0,028	Х
IC 337	1	9-10,3	9,5	9-10,3	6,6	24,9	27,80	21,20	20,268	14,86	1,05	0,87			
MC 165	2	0-1	10,5	10,3-11,3	6,6	21,5	22,20	15,60	20,268	27,44	0,77	0,94			
MC 124	2	1-2	11,5	11,3-12,3	6,6	29,0	26,80	20,20	20,268	30,34	1,00	0,89	Х	0,035	Х
MC 133	2	2-3	12,5	12,3-13,3	6,6	25,4	25,10	18,50	20,268	27,17	0,91	0,94			
MC 129	2	3-4	13,5	13,3-14,3	6,6	24,7	25,10	18,50	20,268	25,10	0,91	0,94			
MC 172	2	4-5	14,5	14,3-15,3	6,6	27,3	26,60	20,00	20,268	26,74	0,99	0,93			Х
MC 176	2	5-6	15,5	15,3-16,3	6,6	24,9	24,90	18,30	20,268	26,51	0,90	0,91			
MC 028	2	6-7	16,5	16,3-17,3	6,6	23,3	23,70	17,10	20,268	26,61	0,84	0,87			Х
MC 123	2	7-8	17,5	17,3-18,3	6,6	23,4	23,90	17,30	20,268	26,07	0,85	0,91	х	0,044	Х
MC 004	2	8-9	18,5	18,3-19,3	6,6	28,1	27,70	21,10	20,268	24,91	1,04	0,92			Х
MC 144	2	9-10	19,5	19,3-20,3	6,6	24,2	24,40	17,80	20,268	26,45	0,88	1,02			
MC 175	2	10-11	20,5	20,3-21,3	6,6	31,3	29,80	23,20	20,268	25,88	1,14	1,02			
MC 174	2	11-12	21,5	21,3-22,3	6,6	28,4	27,40	20,80	20,268	26,76	1,03	1,08			Х
MC 130	2	12-13	22,5	22,3-23,3	6,6	29,7	28,40	21,80	20,268	26,60	1,08	0,99			
MC 132	2	13-14	23,5	23,3-24,3	6,6	22,5	23,90	17,30	20,268	23,11	0,85	0,95			
MC 169	2	14-15	24,5	24,3-25,3	6,6	24,4	25,00	18,40	20,268	24,59	0,91	0,96			Х
MC 137	2	15-16	25,5	25,3-26,3	6,6	31,8	29,40	22,80	20,268	28,30	1,12	1,06			
MC 170	2	16-17	26,5	26,3-27,3	6,6	31,5	30,00	23,40	20,268	25,71	1,15	1,22			

															!
MC 166	2	17-18	27,5	27,3-28,3	6,6	37,4	34,30	27,70	20,268	25,94	1,37	1,19	Х	0,019	Х
MC 131	2	18-19	28,5	28,3-29,3	6,6	28,6	28,10	21,50	20,268	24,83	1,06	1,18			
MC 128	2	19-20	29,5	29,3-40,3	6,6	30,7	29,30	22,70	20,268	26,06	1,12	1,13			
MC 136	2	20-21	30,5	40,3-41,3	6,6	33,4	31,30	24,70	20,268	26,05	1,22	1,08			
MC 126	2	21-22	31,5	41,3-42,3	6,6	25,3	25,00	18,40	20,268	27,27	0,91	1,10			
MC 152	2	22-23	32,5	42,3-43,3	6,6	31,6	30,10	23,50	20,268	25,63	1,16	1,02			X
MC 178	2	23-24	33,5	43,3-44,3	6,6	27,0	26,70	20,10	20,268	25,56	0,99	1,05			
MC 011	2	24-25	34,5	44,3-45,3	6,6	26,9	26,80	20,20	20,268	24,91	1,00	1,08			
MC 138	2	25-26	35,5	45,3-46,3	6,6	33,8	32,00	25,40	20,268	24,85	1,25	1,10			
MC 121	2	26-27	36,5	46,3-47,3	6,6	28,2	27,60	21,00	20,268	25,53	1,04	1,11			
MC 135	2	27-28	37,5	47,3-48,3	6,6	28,8	27,90	21,30	20,268	26,04	1,05	1,04			
MC 154	2	28-29	38,5	48,3-49,3	6,6	28,3	27,60	21,00	20,268	25,80	1,04	1,08	Х	0,033	Х
MC 141	2	29-30	39,5	49,3-50,3	6,6	31,3	30,20	23,60	20,268	24,60	1,16	1,06			
MC 168	2	30-31	40,5	50,3-51,3	6,6	24,8	26,60	20,00	20,268	19,35	0,99	1,11			
MC 167	2	31-32	41,5	51,3-52,3	6,6	30,0	30,50	23,90	20,268	20,33	1,18	1,29			
MCM 058	3	0-1	42,5	52,3-53,3	6,6	42,4	40,90	34,30	20,268	19,10	1,69	1,35			
MCM 253	3	1-2	43,5	53,3-54,3	6,6	28,3	30,40	23,80	20,268	15,90	1,17	1,42			
MCM 190	3	2-3	44,5	54,3-55,3	6,6	33,4	34,60	28,00	20,268	16,17	1,38	1,30			
MCM 264	3	3-4	45,5	55,3-56,3	6,6	33,1	33,70	27,10	20,268	18,13	1,34	1,32			
MCM 179	3	4-5	46,5	56,3-57,3	6,6	31,5	32,00	25,40	20,268	19,37	1,25	1,36	Х	0,016	Х
MCM 172	3	5-6	47,5	57,3-58,3	6,6	37,7	36,50	29,90	20,268	20,69	1,48	1,35			
MCM 074	3	6-7	48,5	58,3-59,3	6,6	32,4	33,30	26,70	20,268	17,59	1,32	1,40			
MCM 280	3	7-8	49,5	59,3-60,3	6,6	35,4	35,40	28,80	20,268	18,64	1,42	1,46			
MCM 073	3	8-9	50,5	60,3-61,3	6,6	40,5	39,70	33,10	20,268	18,27	1,63	1,39			
MCM 087	3	9-10	51,5	61,3-62,3	6,6	28,3	29,50	22,90	20,268	19,08	1,13	1,40			Χ
MCM 130	3	10-11	52,5	62,3-63,3	6,6	36,7	35,50	28,90	20,268	21,25	1,43	1,33			
MCM 215	3	11-12	53,5	63,3-64,3	6,6	37,3	35,70	29,10	20,268	21,98	1,44	1,40			
MCM 202	3	12-13	54,5	64,3-65,3	6,6	35,4	34,00	27,40	20,268	22,60	1,35	1,40			
MCM 097	3	13-14	55,5	65,3-66,3	6,6	36,7	35,50	28,90	20,268	21,25	1,43	1,39			
MCM 226	3	14-15	56,5	66,3-67,3	6,6	35,5	34,60	28,00	20,268	21,13	1,38	1,39			
MCM 055	3	15-16	57,5	67,3-68,3	6,6	34,5	34,40	27,80	20,268	19,42	1,37	1,41	Х	0,019	Х

MCM 260	3	16-17	58,5	68,3-69,3	6,6	37,3	36,70	30,10	20,268	19,30	1,49	1,41			
MCM 086	3	17-18	59,5	69,3-70,3	6,6	35,8	34,40	27,80	20,268	22,35	1,37	1,43			
MCM 269	3	18-19	60,5	70,3-71,3	6,6	37,5	35,70	29,10	20,268	22,40	1,44	1,42			
MCM 247	3	19-20	61,5	71,3-72,3	6,6	37,6	36,20	29,60	20,268	21,28	1,46	1,44			
MCM 257	3	20-21	62,5	72,3-73,3	6,6	36,3	35,50	28,90	20,268	20,39	1,43	1,48			Χ
MCM 153	3	21-22	63,5	73,3-74,3	6,6	38,3	37,90	31,30	20,268	18,28	1,54	1,46			
MCM 261	3	22-23	64,5	74,3-75,3	6,6	35	35,30	28,70	20,268	18,00	1,42	1,50			
MCM 099	3	23-24	65,5	75,3-76,3	6,6	38	37,90	31,30	20,268	17,63	1,54	1,49			
MCM 249	3	24-25	66,5	76,3-77,3	6,6	37	37,00	30,40	20,268	17,84	1,50	1,98			
MCM 256-139	3	25-26,7	67,5	77,3-79	6,6	62,7	65,50	58,90	20,268	6,06	2,91	2,20	Х	0,022	Х

Nº de Frasco	Tubo	Hori- zonte por Tubo	Profun- didades	Hori- zonte	Peso Fraso Vacío	Peso Sedi- mento Húme- do	Peso Seco Frasco + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volumen cc	% Agua	Densi- dad gr/cc	Densi- dad Prome- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Activi- dad	Muestras para Granulo- metría
IC 608	1	0-1	0,5	0-1	6,6	12,8	18	11,4	20,268	10,94	0,56	0,56	Х	0,050	Х
IC 644	1	1-2	1,5	1-2	6,6	21,5	25,8	19,2	20,268	10,70	0,95	0,95	Х	0,047	Х
IC 722	1	2-3	2,5	2-3	6,6	23,6	27,6	21	20,268	11,02	1,04	0,98			
IC 581	1	3-4	3,5	3-4	6,6	22	26,2	19,6	20,268	10,91	0,97	0,98			Х
IC 769	1	4-5	4,5	4-5	6,6	20,9	25,4	18,8	20,268	10,05	0,93	0,92	Х	0,025	Х
IC 353	1	5-6	5,5	5-6	6,6	18,9	24,1	17,5	20,268	7,41	0,86	0,75			Х
IC 420	1	6-7	6,5	6-7	6,6	9,6	15,6	9	20,268	6,25	0,44	0,65			
IC 740	1	7-8	7,5	7-8	6,6	14,2	19,5	12,9	20,268	9,15	0,64	0,70	Х	0,021	Х
IC 438	1	8-9	8,5	8-9	6,6	22,5	27,3	20,7	20,268	8,00	1,02	0,98			
IC 539	1	9-10	9,5	9-10	6,6	28,1	32,5	25,9	20,268	7,83	1,28	1,14	Х	0,023	Х
IC 647	1	10-11	10,5	10-11	6,6	25	29,6	23	20,268	8,00	1,13	1,20			
IC 468	1	11-12	11,5	11-12	6,6	26,7	30,8	24,2	20,268	9,36	1,19	1,18			
IC 744	1	12-13	12,5	12-13	6,6	26,7	31,1	24,5	20,268	8,24	1,21	1,23			
IC 485	1	13-14	13,5	13-14	6,6	28,7	32,7	26,1	20,268	9,06	1,29	1,25			
IC 460	1	14-15	14,5	14-15	6,6	28,3	32,1	25,5	20,268	9,89	1,26	1,29	Х	0,015	Х
IC 620	1	15-16	15,5	15-16,4	6,6	29,7	33,5	26,9	20,268	9,43	1,33	1,24			
IC 430	2	0-1	16,5	16,4-17,4	6,6	27,7	29,7	23,1	20,268	16,61	1,14	1,20			Х
IC 509	2	1-2	17,5	17,4-18,4	6,6	29	29,3	22,7	20,268	21,72	1,12	1,16			
IC 376	2	2-3	18,5	18,4-19,4	6,6	33	31,3	24,7	20,268	25,15	1,22	1,19			
IC 356	2	3-4	19,5	19,4-20,4	6,6	32,2	31,8	25,2	20,268	21,74	1,24	1,22	Х	0,034	Х
IC 684	2	4-5	20,5	20,4-21,4	6,6	31,5	31	24,4	20,268	22,54	1,20	1,22			
IC 750	2	5-6	21,5	21,4-22,4	6,6	30,3	31,4	24,8	20,268	18,15	1,22	1,19			
IC 300	2	6-7	22,5	22,4-23,4	6,6	30,1	29,5	22,9	20,268	23,92	1,13	1,21			
IC 348	2	7-8	23,5	23,4-24,4	6,6	32,4	32,4	25,8	20,268	20,37	1,27	1,23			
IC 358	2	8-9	24,5	24,4-25,4	6,6	30,6	32,5	25,9	20,268	15,36	1,28	1,27	Х	0,016	Х
IC 527	2	9-10	25,5	25,4-26,4	6,6	30,6	32,2	25,6	20,268	16,34	1,26	1,23			
IC 741	2	10-11	26,5	26,4-27,4	6,6	27,6	29,6	23	20,268	16,67	1,13	1,23			
IC 769	2	11-12	27,5	27,4-28,4	6,6	31,5	32,7	26,1	20,268	17,14	1,29	1,21			

IC 714	2	12-13	28,5	28,4-29,4	6,6	30,2	31,2	24,6	20,268	18,54	1,21	1,20			
IC 561	2	13-14	29,5	29,4-30,4	6,6	27,9	28,9	22,3	20,268	20,07	1,10	1,22	Х	0,018	Х
IC 590	2	14-15	30,5	30,4-31,4	6,6	34,8	33,7	27,1	20,268	22,13	1,34	1,28			
IC 498	2	15-16	31,5	31,4-32,4	6,6	36,1	35	28,4	20,268	21,33	1,40	1,32			
IC 704	2	16-17	32,5	32,4-33,4	6,6	29,7	31,3	24,7	20,268	16,84	1,22	1,32			
IC 558	2	17-18	33,5	33,4-34,4	6,6	31,1	33,6	27	20,268	13,18	1,33	1,27			
IC 537	2	18-19	34,5	34,4-35,4	6,6	29,1	32,2	25,6	20,268	12,03	1,26	1,24			Х
IC 554	2	19-20	35,5	35,4-36,4	6,6	26,1	29,5	22,9	20,268	12,26	1,13	1,19			
IC 552	2	20-21	36,5	36,4-37,4	6,6	27,3	30,2	23,6	20,268	13,55	1,16	1,21			
IC 396	2	21-22	37,5	37,4-38,4	6,6	30,7	33,6	27	20,268	12,05	1,33	1,26			
IC 359	2	22-23	38,5	38,4-39,4	6,6	28,7	32,5	25,9	20,268	9,76	1,28	1,30			
IC 753	2	23-24	39,5	39,4-40,4	6,6	28,9	32,5	25,9	20,268	10,38	1,28	1,28	Х	0,024	Х
IC 615	2	24-25	40,5	40,4-41,4	6,6	29,6	32,6	26	20,268	12,16	1,28	1,30			
IC 549	2	25-26	41,5	41,4-42,4	6,6	33,5	34	27,4	20,268	18,21	1,35	1,34			
IC 711	2	26-27	42,5	42,4-43,4	6,6	31,7	34,5	27,9	20,268	11,99	1,38	1,34			
IC 370	2	27-28	43,5	43,4-44,4	6,6	28,1	32,6	26	20,268	7,47	1,28	1,36			
IC 733	2	28-29	44,5	44,4-45,4	6,6	31,1	35,4	28,8	20,268	7,40	1,42	1,35			
	3		45,5									1,35		l l	
	3		46,5									1,35			
IC 440	3	2-3	47,5	47,4-48,4	6,6	25,9	32,2	25,6	20,268	1,16	1,26	1,35			
IC 735	3	3-4	48,5	48,4-49,4	6,6	29,2	35,8	29,2	20,268	0,00	1,44	1,33			
IC 542	3	4-5	49,5	49,4-50,4	6,6	26,3	32,8	26,2	20,268	0,38	1,29	1,40	Х	0,012	Х
IC 402	3	5-6	50,5	50,4-51,4	6,6	30,2	36,4	29,8	20,268	1,32	1,47	1,29			
IC 588	3	6-7	51,5	51,4-52,4	6,6	22,5	29	22,4	20,268	0,44	1,11	1,28			
IC 602	3	7-8	52,5	52,4-53,4	6,6	25,4	32	25,4	20,268	0,00	1,25	1,21			
IC 538	3	8-9	53,5	53,4-54,4	6,6	25,6	32,1	25,5	20,268	0,39	1,26	1,23			
IC 504	3	9-10	54,5	54,4-55,4	6,6	24,1	30,7	24,1	20,268	0,00	1,19	1,26			Х
IC 721	3	10-11	55,5	55,4-56,4	6,6	27	33,4	26,8	20,268	0,74	1,32	1,27			
IC 662	3	11-12	56,5	56,4-57,4	6,6	26,6	33,1	26,5	20,268	0,38	1,31	1,27			
IC 642	3	12-13	57,5	57,4-58,4	6,6	24,2	30,7	24,1	20,268	0,41	1,19	1,28			
IC 573	3	13-14	58,5	58,4-59,4	6,6	27,1	33,7	27,1	20,268	0,00	1,34	1,36			
IC 689	3	14-15	59,5	59,4-60,4	6,6	31,5	38	31,4	20,268	0,32	1,55	1,31	Х	0,017	Х
IC 379	3	15-16	60,5	60,4-61,4	6,6	21,4	27,8	21,2	20,268	0,93	1,05	1,30			

IC 623	3	16-17	61,5	61,4-62,4	6,6	26,9	33,3	26,7	20,268	0,74	1,32	1,19			
IC 550	3	17-18	62,5	62,4-63,4	6,6	24,6	30,9	24,3	20,268	1,22	1,20	1,27			
IC 592	3	18-19	63,5	63,4-64,4	6,6	26,3	32,7	26,1	20,268	0,76	1,29	1,24			
IC 364	3	19-20	64,5	64,4-65,4	6,6	25	31,3	24,7	20,268	1,20	1,22	1,24			Х
IC 723	3	20-21	65,5	65,4-66,4	6,6	25	31,1	24,5	20,268	2,00	1,21	1,23			
IC 611	3	21-22	66,5	66,4-67,4	6,6	26	32,1	25,5	20,268	1,92	1,26	1,25			
IC 531	3	22-23	67,5	67,4-68,4	6,6	26,5	32,5	25,9	20,268	2,26	1,28	1,20			
IC 472	3	23-24	68,5	68,4-69,4	6,6	22,3	28,4	21,8	20,268	2,24	1,08	1,19			
IC 755	3	24-25	69,5	69,4-70,4	6,6	25,4	31,5	24,9	20,268	1,97	1,23	1,17			
IC 713	3	25-26	70,5	70,4-71,4	6,6	25,1	31,1	24,5	20,268	2,39	1,21	1,24			
IC 725	3	26-27	71,5	71,4-72,5	6,6	26,6	32,5	25,9	20,268	2,63	1,28	1,24	Х	0,013	Х

Anexo 14. Tabla de registro del testigo TS5

Nº de Frasco	Tu bo	Hori- zonte por Tubo	Profun - didade s	Hori- zonte	Peso Fras o Vací o	Peso Sedi- mento Húme - do	Peso Seco Frasc o + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volume n cc	% Agua	Dens i- dad gr/cc	Densi- dad Prom e- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Activi- dad	Muestra s para Granulo- metría
IC 751	1	0-1	0,5	0-1	6,6	4,7	10,0	3,4	20,268	27,66	0,17	0,17			
IC 525	1	1-2	1,5	1-2	6,6	14,2	17,7	11,1	20,268	21,83	0,55	0,55	X	0,097	X
IC 386	1	2-3	2,5	2-3	6,6	17,5	21,0	14,4	20,268	17,71	0,71	0,75	X	0,079	X
IC 672	1	3-4	3,5	3-4	6,6	23,4	26,5	19,9	20,268	14,96	0,98	0,83			X
IC 520	1	4-5	4,5	4-5	6,6	19,3	23,0	16,4	20,268	15,03	0,81	1,10			
IC 626	1	5-6	5,5	5-6	6,6	37,7	37,4	30,8	20,268	18,30	1,52	1,07	X	0,026	X
IC 442	2	0-1	6,5	6-7	6,6	20,9	24,4	17,8	20,268	14,83	0,88	1,26			
IC 411	2	1-2	7,5	7-8	6,6	32,3	34,9	28,3	20,268	12,38	1,40	1,16			
IC 406	2	2-3	8,5	8-9	6,6	27,4	31,3	24,7	20,268	9,85	1,22	1,16			
IC 412	2	3-4	9,5	9-10	6,6	19,5	23,9	17,3	20,268	11,28	0,85	1,10	Х	0,015	Х
IC 447	2	4-5	10,5	10-11	6,6	27,6	31,3	24,7	20,268	10,51	1,22	1,08			
IC 444	2	5-6	11,5	11-12	6,6	26,7	30,4	23,8	20,268	10,86	1,17	1,16			
IC 431	2	6-7	12,5	12-13	6,6	23,7	28,7	22,1	20,268	6,75	1,09	1,11			
IC 426	2	7-8	13,5	13-14	6,6	24,0	28,1	21,5	20,268	10,42	1,06	1,19	Х	0,012	Х
IC 424	2	8-9	14,5	14-15	6,6	32,0	35,6	29,0	20,268	9,38	1,43	1,15			
IC 428	2	9-10	15,5	15-16	6,6	21,1	26,0	19,4	20,268	8,06	0,96	1,24			
IC 427	2	10-11	16,5	16-17	6,6	29,6	33,3	26,7	20,268	9,80	1,32	1,03			
IC 405	2	11-12	17,5	17-18	6,6	18,2	23,4	16,8	20,268	7,69	0,83	1,08			
IC 657	2	12-13	18,5	18-19	6,6	23,8	28,8	22,2	20,268	6,72	1,10	1,00			
IC 415	2	13-14	19,5	19-20	6,6	24,0	28,1	21,5	20,268	10,42	1,06	1,12	Х	0,016	Х
IC 689	2	14-15	20,5	20-21	6,6	27,0	31,2	24,6	20,268	8,89	1,21	1,16			
IC 667	2	15-16	21,5	21-22	6,6	25,8	30,8	24,2	20,268	6,20	1,19	1,12			
IC 745	2	16-17	22,5	22-23	6,6	20,6	25,9	19,3	20,268	6,31	0,95	1,08			
IC 584	2	17-18	23,5	23-24	6,6	23,5	28,6	22,0	20,268	6,38	1,09	1,02			
IC 669	2	18-19	24,5	24-25	6,6	22,1	27,2	20,6	20,268	6,79	1,02	1,05	Х	0,014	Х
IC 682	2	19-20	25,5	25-26	6,6	22,9	27,8	21,2	20,268	7,42	1,05	1,02			
IC 490	2	20-21	26,5	26-27	6,6	22,2	27,1	20,5	20,268	7,66	1,01	1,07			
IC 578	2	21-22	27,5	27-28	6,6	26,8	29,8	23,2	20,268	13,43	1,14	1,10			

IC 659	2	22-23	28,5	28-29	6,6	30,0	29,9	23,3	20,268	22,33	1,15	1,13			
IC 518	2	23-24	29,5	29-30	6,6	27,9	28,8	22,2	20,268	20,43	1,10	1,11	Х	0,020	Х
IC 720	2	24-25	30,5	30-31	6,6	26,3	28,3	21,7	20,268	17,49	1,07	1,15			
IC 649	2	25-26	31,5	31-32	6,6	31,2	32,6	26,0	20,268	16,67	1,28	1,18			
IC 594	2	26-27	32,5	32-33	6,6	28,1	30,5	23,9	20,268	14,95	1,18	1,20			
IC 463	2	27-28	33,5	33-34	6,6	27,6	29,9	23,3	20,268	15,58	1,15	1,22			
IC 767	2	28-29	34,5	34-35	6,6	32,7	33,5	26,9	20,268	17,74	1,33	1,19	Х	0,017	Х
IC 699	2	29-30	35,5	35-36	6,6	26,0	29,0	22,4	20,268	13,85	1,11	1,20			
IC 601	2	30-31	36,5	36-37	6,6	27,8	30,4	23,8	20,268	14,39	1,17	1,28			
IC 434	2	31-32	37,5	37-38	6,6	37,9	38,5	31,9	20,268	15,83	1,57	1,25			
MC 145	3	0-1	38,5	38-39	6,6	23,0	27,1	20,5	20,268	10,87	1,01	1,18			
MC 148	3	1-2	39,5	39-40	6,6	21,7	26,2	19,6	20,268	9,68	0,97	1,03	Х	0,014	Х
MC 146	3	2-3	40,5	40-41	6,6	24,2	29,1	22,5	20,268	7,02	1,11	1,06			Х
MC 150	3	3-4	41,5	41-42	6,6	23,7	28,7	22,1	20,268	6,75	1,09	1,12			
MC 155	3	4-5	42,5	42-43	6,6	25,6	30,4	23,8	20,268	7,03	1,17	1,13			
MC 160	3	5-6	43,5	43-44	6,6	25,2	29,7	23,1	20,268	8,33	1,14	1,11			
MC 151	3	6-7	44,5	44-45	6,6	22,4	27,2	20,6	20,268	8,04	1,02	1,15	Х	0,013	Х
MC 147	3	7-8	45,5	45-46	6,6	29,9	32,9	26,3	20,268	12,04	1,30	1,09			Х
MC 142	3	8-9	46,5	46-47	6,6	22,4	25,8	19,2	20,268	14,29	0,95	1,10			
MC 163	3	9-10	47,5	47-48	6,6	23,3	27,7	21,1	20,268	9,44	1,04	1,04			
MC 164	3	10-11	48,5	48-49	6,6	24,5	29,4	22,8	20,268	6,94	1,12	1,08			
MC 139	3	11-12	49,5	49-50	6,6	22,6	28,3	21,7	20,268	3,98	1,07	1,13	Х	0,013	Х
MC 134	3	12-13	50,5	50-51	6,6	25,7	30,9	24,3	20,268	5,45	1,20	1,17			
MC 156	3	13-14	51,5	51-52	6,6	26,9	31,7	25,1	20,268	6,69	1,24	1,21			
MC 149	3	14-15	52,5	52-53	6,6	26,1	30,8	24,2	20,268	7,28	1,19	1,23			
MC 140	3	15-16	53,5	53-54	6,6	27,7	31,9	25,3	20,268	8,66	1,25	1,20			
MC 125	3	16-17	54,4	54-55	6,6	25,7	30,0	23,4	20,268	8,95	1,15	1,17	Х	0,017	Х
IC 641	3	17-18	55,5	55-56	6,6	24,8	29,3	22,7	20,268	8,47	1,12	1,12			
IC 653	3	18-19	56,5	56-57	6,6	24,9	28,3	21,7	20,268	12,85	1,07	1,08			
IC 609	3	19-20	57,5	57-58	6,6	25,5	27,9	21,3	20,268	16,47	1,05	1,08			
IC 517	3	20-21	58,5	58-59	6,6	27,9	29,4	22,8	20,268	18,28	1,12	1,08			
IC 500	3	21-22	59,5	59-60	6,6	27,5	28,2	21,6	20,268	21,45	1,07	1,05	Х	0,023	Х
IC 592	3	22-23	60,5	60-61	6,6	24,4	25,8	19,2	20,268	21,31	0,95	1,05			

IC 760	3	23-24	61,5	61-62	6,6	29,8	29,8	23,2	20,268	22,15	1,14	1,05			
IC 749	3	24-25	62,5	62-63	6,6	28,2	28,1	21,5	20,268	23,76	1,06	1,16			
IC 467	3	25-26	63,5	63-64	6,6	33,5	32,5	25,9	20,268	22,69	1,28	1,16			
IC 487	3	26-27	64,5	64-65	6,6	29,5	29,9	23,3	20,268	21,02	1,15	1,25	Х	0,021	Χ
IC 545	3	27-28	65,5	65-66	6,6	34,3	33,7	27,1	20,268	20,99	1,34	1,23			
IC 563	3	28-29	66,5	66-67	6,6	29,7	30,9	24,3	20,268	18,18	1,20	1,16			
IC 757	3	29-30	67,5	67-68	6,6	23,3	26,0	19,4	20,268	16,74	0,96	1,08			
IC 482	3	30-31	68,5	68-69	6,6	27,4	28,7	22,1	20,268	19,34	1,09	1,00			
IC 634	3	31-32	69,5	69-70	6,6	23,9	25,8	19,2	20,268	19,67	0,95	1,02	Х	0,032	Х

Anexo 15. Tabla de registro del testigo TS 6

Nº de Frasco	Tubo	Hori- zonte por Tubo	Profun- didades	Hori- zonte	Peso Fraso Vacío	Peso Sedi- mento Húme- do	Peso Seco Frasco + Sedi- mento	Peso Sedi- mento Seco	Volumen cc	% Agua	Densi- dad gr/cc	Densi- dad Prome- dio	210Pb Mues- tra	210Pb Activi- dad	Muestras para Granulo- metría
PERDIDO	1	0-1	0,5	0-1	6,6			-6,60	20,268	#####	-0,33	0,00			
MC 075	2	0-1	1,5	1-2	6,6	19,8	21,2	14,60	20,268	26,26	0,72	0,72	Х	0,091	Х
MC 005	2	1-2	2,5	2-3	6,6	17,3	20,2	13,60	20,268	21,39	0,67	0,67	Х	0,060	Х
MC 037	2	2-3	3,5	3-4	6,6	15,2	19,1	12,50	20,268	17,76	0,62	0,68			Х
MC 020	2	3-4	4,5	4-5	6,6	17,7	21,7	15,10	20,268	14,69	0,75	0,75	Х	0,026	Х
MC 015	2	4-5	5,5	5-6	6,6	20,3	24,4	17,80	20,268	12,32	0,88	0,85			
MC 050	2	5-6	6,5	6-7	6,6	22,6	25,6	19,00	20,268	15,93	0,94	0,81			
MC 007	2	6-7	7,5	7-8	6,6	14,3	19	12,40	20,268	13,29	0,61	0,80			
MC 033	2	7-8	8,5	8-9	6,6	19,9	24,1	17,50	20,268	12,06	0,86	0,80			Х
MC 048	2	8-9	9,5	9-10	6,6	21,7	25,5	18,90	20,268	12,90	0,93	0,89	Х	0,017	Х
MC 003	2	9-10	10,5	10-11	6,6	20,6	24,4	17,80	20,268	13,59	0,88	0,91			Х
MC 029	2	10-11	11,5	11-12	6,6	21,7	25,2	18,60	20,268	14,29	0,92	0,95			
MC 021	2	11-12	12,5	12-13	6,6	25,6	28	21,40	20,268	16,41	1,06	0,91			Х
MC 008	2	12-13	13,5	13-14	6,6	19,3	22,1	15,50	20,268	19,69	0,76	1,00	Х	0,021	Х
MC 017	2	13-14	14,5	14-15	6,6	28	30,2	23,60	20,268	15,71	1,16	0,91			Х
MC 047	2	14-15	15,5	15-16	6,6	17,3	22,7	16,10	20,268	6,94	0,79	1,00			
MC 004	2	15-16	16,5	16-17	6,6	22,4	27,8	21,20	20,268	5,36	1,05	0,91			
MC 092	2	16-17	17,5	17-18	6,6	18,7	24,7	18,10	20,268	3,21	0,89	0,95	Х	0,013	Х
MC 006	2	17-18	18,5	18-19	6,6	19,7	25,3	18,70	20,268	5,08	0,92	0,92			
MC 030	2	18-19	19,5	19-20	6,6	20,7	25,6	19,00	20,268	8,21	0,94	0,99	Х	0,014	Х
MC 024	2	19-20	20,5	20-21	6,6	24,2	29	22,40	20,268	7,44	1,11	1,03			
MC 014	2	20-21	21,5	21-22	6,6	22,7	27,6	21,00	20,268	7,49	1,04	1,00			
MC 010	2	21-22	22,5	22-23	6,6	19,2	24,2	17,60	20,268	8,33	0,87	0,96			
MC 025	2	22-23	23,5	23-24	6,6	21,3	26,1	19,50	20,268	8,45	0,96	0,99	Х	0,014	Х
MC 043	2	23-24	24,5	24-24	6,6	25,7	29,6	23,00	20,268	10,51	1,13	0,97			
MC 027	2	24-25	25,5	25-26	6,6	17,8	22,8	16,20	20,268	8,99	0,80	0,97			
MC 001	2	25-26	26,5	26-27	6,6	22	26,1	19,50	20,268	11,36	0,96	0,98			
MC 041	2	26-27	27,5	27-28	6,6	27,4	30,4	23,80	20,268	13,14	1,17	1,06			

MC 013	2	27-28	28,5	28-29	6,6	24,1	28	21,40	20,268	11,20	1,06	1,05	Х	0,017	Х
MC 054	2	28-29	29,5	29-30	6,6	21	25,2	18,60	20,268	11,43	0,92	1,00			
MC 038	2	29-30	30,5	30-31	6,6	25,4	27,6	21,00	20,268	17,32	1,04	1,03			
MC 040	2	30-31	31,5	31-32	6,6	29	29,8	23,20	20,268	20,00	1,14	1,16			
MC 020	2	31-32	32,5	32-33	6,6	32,9	32,9	26,30	20,268	20,06	1,30	1,58	Х	0,022	Х
MC 002	2	32-33	33,5	33-34	6,6	50,9	53	46,40	20,268	8,84	2,29	1,47			
MCM 095	3	0-1	34,5	34-35	6,6	22,7	23,4	16,80	20,268	25,99	0,83	1,38			
MCM 129	3	1-2	35,5	35-36	6,6	26,7	27,3	20,70	20,268	22,47	1,02	0,95			
MCM 104	3	2-3	36,5	36-37	6,6	27,3	27	20,40	20,268	25,27	1,01	1,04			Х
MCM 120	3	3-4	37,5	37-38	6,6	29	28,5	21,90	20,268	24,48	1,08	1,06			
MCM 184	3	4-5	38,5	38-39	6,6	29	28,7	22,10	20,268	23,79	1,09	1,12			
MCM 037	3	5-6	39,5	39-40	6,6	30,7	30,5	23,90	20,268	22,15	1,18	1,17			
MCM 035	3	6-7	40,5	40-41	6,6	31,8	31,8	25,20	20,268	20,75	1,24	1,20	<u>X</u>	0,025	Х
MCM 124	3	7-8	41,5	41-42	6,6	30,2	30,3	23,70	20,268	21,52	1,17	1,20			
MCM 164	3	8-9	42,5	42-43	6,6	30,8	30,4	23,80	20,268	22,73	1,17	1,14			
MCM 246	3	9-10	43,5	43-44	6,6	29	28,7	22,10	20,268	23,79	1,09	1,13			
MCM 166	3	10-11	44,5	44-45	6,6	30	29,3	22,70	20,268	24,33	1,12	1,15			
MCM 194	3	11-12	45,5	45-46	6,6	33	31,9	25,30	20,268	23,33	1,25	1,22			Х
MCM 022	3	12-13	46,5	46-47	6,6	32,7	32,8	26,20	20,268	19,88	1,29	1,33			
MCM 281	3	13-14	47,5	47-48	6,6	34,9	36	29,40	20,268	15,76	1,45	1,29			
MCM 132	3	14-15	48,5	48-49	6,6	27,7	29,6	23,00	20,268	16,97	1,13	1,28			
MCM 258	3	15-16	49,5	49-50	6,6	31,9	32,2	25,60	20,268	19,75	1,26	1,22			
MCM 185	3	16-17	50,5	50-51	6,6	32,5	32,2	25,60	20,268	21,23	1,26	1,21	Х	0,017	Х
MCM 105	3	17-18	51,5	51-52	6,6	28,6	28,8	22,20	20,268	22,38	1,10	1,20			
MCM 237	3	18-19	52,5	52-53	6,6	32,6	31,9	25,30	20,268	22,39	1,25	1,22			
MCM 011	3	19-20	53,5	53-54	6,6	33,8	33,3	26,70	20,268	21,01	1,32	1,27			
MCM 111	3	20-21	54,5	54-55	6,6	31,8	31,8	25,20	20,268	20,75	1,24	1,23			Х
MCM 235	3	21-22	55,5	55-56	6,6	29,5	29,7	23,10	20,268	21,69	1,14	1,19			
MCM 110	3	22-23	56,5	56-57	6,6	31,2	30,9	24,30	20,268	22,12	1,20	1,16			
MCM 189	3	23-24	57,5	57-58	6,6	29,4	29,7	23,10	20,268	21,43	1,14	1,17			
MCM 118	3	24-24,9	58,5	58-59	6,6	30,8	30,6	24,00	20,268	22,08	1,18	1,16	Х	0,017	Х

Anexo 16. Tabla de registro del testigo TS 7

Nº de Frasco	Tubo	Profund idad Parcial cm.	Profund idad cm.	Horizonte por Tubo	Peso Húmedo	Peso Seco	Volu- men cc.	% Agua	Densidad gr/cc	Densidad Promedio	210Pb Muestra	210Pb Actividad	Muestras para Granulome- tría
c 201	1	4,5	4,5	0-4,5	67,7	53,5	91,21	20,97	0,59	0,59	Х	0,144	Х
c 116 - c 105	2	0,5	5	0-1	29,2	24,1	20,27	17,47	1,19	1,19	Х	0,05	Х
c 137 - c 110	2	1,5	6	1-2	23,2	19,8	20,27	14,66	0,98	1,14			
c 176 - c 177	2	2,5	7	2-3	30,3	25,4	20,27	16,17	1,25	1,16	Х	0,033	Х
c 132 - c 140	2	3,5	8	3-4	31,2	25,6	20,27	17,95	1,26	1,34			
c 122 - c 102	2	4,5	9	4-5	36,4	30,6	20,27	15,93	1,51	1,28			
c 182 - c174	2	5,5	10	5-6	25,4	21,5	20,27	15,35	1,06	1,26	Х	0,021	Х
c 124 - c 183	2	6,5	11	6-7	29,1	24,3	20,27	16,49	1,20	1,16			
c 146 - c 144	2	7,5	12	7-8	29,3	24,5	20,27	16,38	1,21	1,13			
c 190 - c 157	2	8,5	13	8-9	24,2	20,2	20,27	16,53	1,00	1,05			
c 173 - c 195	2	9,5	14	9-10	22,6	19,1	20,27	15,49	0,94	0,98	Х	0,02	Х
c 170 - c 188	2	10,5	15	10-11	24,4	20,4	20,27	16,39	1,01	0,98			
c 179 - c138	2	11,5	16	11-12	22,7	19,9	20,27	12,33	0,98	1,15			
c 191 - c 161	2	12,5	17	12-13	35,2	29,9	20,27	15,06	1,48	1,24			
c 185 - c 148	2	13,5	18	13-14	29,6	25,3	20,27	14,53	1,25	1,39			
c 167 - c 171	2	14,5	19	14-15	33,5	29,6	20,27	11,64	1,46	1,30			
c 197 - c 178	2	15,5	20	15-16	28,1	24,4	20,27	13,17	1,20	1,35	Х	0,016	Х
c 139 - c 155	2	16,5	21	16-17	32,6	27,8	20,27	14,72	1,37	1,14			
c 129 - c 159	2	17,5	22	17-18	28,9	16,9	20,27	41,52	0,83	1,14			
c 153 - c 199	2	18,5	23	18-19	29,6	24,9	20,27	15,88	1,23	1,10			
c 169 - c 104	2	19,5	24	19-20	30,2	25,3	20,27	16,23	1,25	1,29			
c 117 - c 151	2	20,5	25	20-21	33,1	28	20,27	15,41	1,38	1,30	Х	0,015	Х
c 134 - c 128	2	21,5	26	21-22	30,7	25,7	20,27	16,29	1,27	1,23			
c 187 - c 136	2	22,5	27	22-23	25,1	20,8	20,27	17,13	1,03	1,10			
c 101 - c 194	2	23,5	28	23-24	24,8	20,6	20,27	16,94	1,02	1,16			
c 114 - c 123	2	24,5	29	24-25	35,1	28,9	20,27	17,66	1,43	1,17			
c 111 - c 172	2	25,5	30	25-26	26,3	21,8	20,27	17,11	1,08	1,30	Х	0,023	Х
c 112 - c 145	2	26,5	31	26-27	34,1	28,2	20,27	17,30	1,39	1,33			

c 125 - c 175	2	27,5	32	27-27,4	37,6	31	20,27	17,55	1,53	1,24			
c 033	3	28,5	33	0-1	19,5	16,3	20,27	16,41	0,80	1,16			
c 046 - c 001	3	29,5	34	1-2	28	23,2	20,27	17,14	1,14	1,00			
c 088 - c 097	3	30,5	35	2-3	25,5	21,4	20,27	16,08	1,06	1,12	Х	0,016	Х
c 087 - c 080	3	31,5	36	3-4	28	23,3	20,27	16,79	1,15	1,22			
c 053 - c 036	3	32,5	37	4-5	35,3	29,3	20,27	17,00	1,45	1,29			
c 092 - c 085	3	33,5	38	5-6	31,5	25,9	20,27	17,78	1,28	1,36			
c 042 - c 034	3	34,5	39	6-7	33,4	27,6	20,27	17,37	1,36	1,26			
c 089 - c 052	3	35,5	40	7-8	27,8	22,9	20,27	17,63	1,13	1,30			
c 045 - c 016	3	36,5	41	8-9	34,5	28,6	20,27	17,10	1,41	1,27			
c 012 - c 004	3	37,5	42	9-10	30,5	25,5	20,27	16,39	1,26	1,27			
c 005 - c 095	3	38,5	43	10-11	27,6	23	20,27	16,67	1,13	1,20			
c 079 - c 100	3	39,5	44	11-12	29,4	24,3	20,27	17,35	1,20	1,19			
c 039 - c 086	3	40,5	45	12-13	30,3	25	20,27	17,49	1,23	1,26	Х	0,017	Х
c 084 - c 078	3	41,5	46	13-14	33,5	27,6	20,27	17,61	1,36	1,17			
c 043 - c 077	3	42,5	47	14-15	22,5	18,8	20,27	16,44	0,93	1,23			
c 041 - c 013	3	43,5	48	15-16	34,2	28,4	20,27	16,96	1,40	1,21			
c 076 - c 093	3	44,5	49	16-17	31,4	26,2	20,27	16,56	1,29	1,42			
c 091 - c 048	3	45,5	50	17-18	38	32	20,27	15,79	1,58	1,33			
c 094 - c 062	3	46,5	51	18-19	26,8	22,6	20,27	15,67	1,12	1,31			
c 056 - c 040	3	47,5	52	19-20	31,6	24,8	20,27	21,52	1,22	1,20			
c 017 - c 071	3	48,5	53	20-21	29,6	25,3	20,27	14,53	1,25	1,29			
c 082 - c 003	3	49,5	54	21-22	33,3	28,3	20,27	15,02	1,40	1,38			
c 064 - c 050	3	50,5	55	22-23	35,3	30,1	20,27	14,73	1,49	1,42	Х	0,016	Х
c 090 - c 009	3	51,5	56	23-24	32,8	27,9	20,27	14,94	1,38	1,48			
c 029 - c 096	3	52,5	57	24-25	38,2	32	20,27	16,23	1,58	1,45			
c 021 - c 020	3	53,5	58	25-26	33,1	28,3	20,27	14,50	1,40	1,40			
c 061 - c 007	3	54,5	59	26-27,2	29,2	25,1	20,27	14,04	1,24	1,25			
c 073 - c 022	4	55,5	60	0-1	26	22,4	20,27	13,85	1,11	1,23			
c 037 - c 026	4	56,5	61	1-2	31,8	27,5	20,27	13,52	1,36	1,28			
c 067 - c 057	4	57,5	62	2-3	32,7	28,1	20,27	14,07	1,39	1,37			
c 015 - c 031	4	58,5	63	3-4	32	27,6	20,27	13,75	1,36	1,37			
c 072 - c 058	4	59,5	64	4-5	32	27,7	20,27	13,44	1,37	1,36			

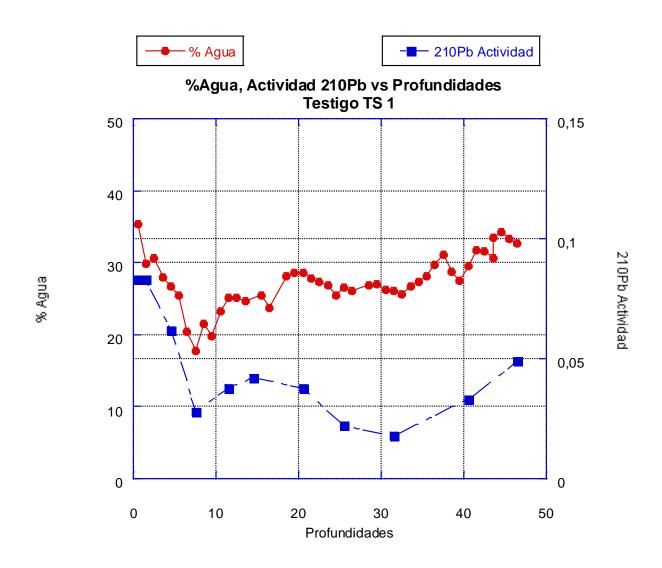
c 023 - c 098	4	60,5	65	5-6	31,2	27,2	20,27	12,82	1,34	1,41	Х	0,021	Х
c 069 - c 038	4	61,5	66	6-7	35,1	30,6	20,27	12,82	1,51	1,44			
c 055 - c 081	4	62,5	67	7-8	34,3	29,9	20,27	12,83	1,48	1,50			
c 008 - c 079	4	63,5	68	8-9	35,7	31	20,27	13,17	1,53	1,47			
c 060 - c 075	4	64,5	69	9-10	36	28,7	20,27	20,28	1,42	1,50			
c 070 - c 051	4	65,5	70	10-11	33,7	31,6	20,27	6,23	1,56	1,46			
c 024 - c 002	4	66,5	71	11-12	33,1	28,7	20,27	13,29	1,42	1,49			
c 027 - c 083	4	67,5	72	12-13	34,6	30	20,27	13,29	1,48	1,46			
c 099 - c 049	4	68,5	73	13-14	34,3	30	20,27	12,54	1,48	1,48			
c 066 - c 032	4	69,5	74	14-15	34,8	30,1	20,27	13,51	1,49	1,48			
c 044 - c 028	4	70,5	75	15-16	34,5	29,9	20,27	13,33	1,48	1,48	Х	0,017	Х
c 063 - c 010	4	71,5	76	16-17	34,3	29,7	20,27	13,41	1,47	1,47			
c 054 - c 019	4	72,5	77	17-18	34	29,5	20,27	13,24	1,46	1,45			
c 059 - c 065	4	73,5	78	18-19	33,7	29,1	20,27	13,65	1,44	1,44			
c 068 - c 047	4	74,5	79	19-20	33,2	28,7	20,27	13,55	1,42	1,42			
c 018 - c 014	4	75,5	80	20-21	33,1	28,7	20,27	13,29	1,42	1,45			
c 025 - c 030	4	76,5	81	21-22	35,1	30,5	20,27	13,11	1,50	1,46			
c 168 - c 119	4	77,5	82	22-23	33,8	29,5	20,27	12,72	1,46	1,49			
c 188 - c 130	4	78,5	83	23-24	32,2	30,5	20,27	5,28	1,50	1,44			
c 156 - c 101	4	79,5	84	24-25	32	27,8	20,27	13,13	1,37	1,43			
c 160 - c 163	4	80,5	85	25-26	32,8	28,5	20,27	13,11	1,41	1,43			
c 196 - c 181	4	81,5	86	26-27	35	30,6	20,27	12,57	1,51	1,47			
c 189 - c 142	4	82,5	87	27-28	34,5	30,1	20,27	12,75	1,49	1,46			
c 180 - c 165	4	83,5	88	28-29	32,4	28,3	20,27	12,65	1,40	1,41			
c 192 - c 149	4	84,5	89	29-30	30,8	27,1	20,27	12,01	1,34	1,37	Х	0,028	Х

Anexo 17. Tabla de registro del testigo TE 4

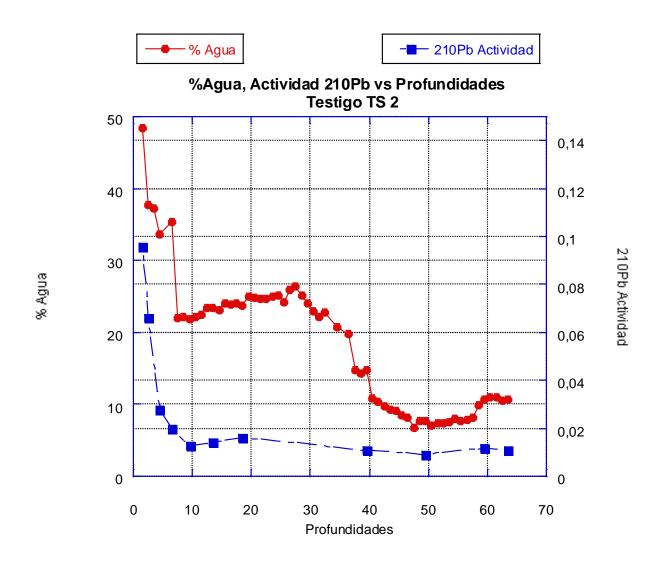
Horizonte	Profundidad	Nº de Frasco	Peso Frasco	Volumen cc	Peso Húmedo	Peso Seco	% Agua	Densidad gr/cc	Muestra 210Pb	210Pb Actividad
0-1	1	C-266	12,6981	Perdido	25,7725	17	67,1	Perdido	Х	0,035
1-2	2	C-272	12,4834	31,5	54,5354	29,5	59,5	0,54	Х	0,024
2-3	3	C-258	12,2102	Perdido	55,7625	32,1	54,3	Perdido		
3-4	4	C-139	12,5274	28	52,3511	Perdido	Perdido	Perdido		
4-5	5	C-274	12,6495	22,5	44,2496	27,7	52,4	0,67	Х	0,025
5-6	6	C-253	12,412	24,8	47,8666	30,1	50,1	0,71		
6-7	7	C-256	12,3932	30	55,131	33,9	49,7	0,72		
7-8	8	C-259	12,3489	30,5	56,6023	34,7	49,5	0,73		
8-9	9	C-147	12,1847	32,5	59,0155	35,9	49,4	0,73		
9-10	10	C-262	12,4481	29	54,3872	33,8	49,1	0,74	Х	0,031
10-11	11	C-260	12,3812	26	50,843	32,2	48,5	0,76		
11-12	12	C-225	12,6884	25	50,3543	32	48,7	0,77		
12-13	13	C-270	12,4879	27,5	52,0181	32,9	48,4	0,74		
13-14	14	C-254	12,4984	28,5	55,4414	35,2	47,1	0,80		
14-15	15	C-269	12,3702	25	50,0423	32,5	46,6	0,81	Х	0,037
15-16	16	C-275	12,3561	22,5	46,3058	31	45,1	0,83		
16-17	17	C-149	12,1932	27,5	53,1486	35,5	43,1	0,85		
17-18	18	C-264	12,4338	Perdido	Perdido	Perdido	Perdido	Perdido		
18-19	19	C-214	12,3835	33	62,6971	41,6	41,9	0,89		
19-20	20	C-221	12,6948	30	58,5002	39,1	42,4	0,88		
20-21	21	C-252	12,6021	31	61,751	41,4	41,4	0,93	Х	0,024
21-22	22	C-273	12,4999	33	64,1432	42,7	41,5	0,92		
22-23	23	C-257	12,494	27,5	56,3645	Perdido	Perdido	Perdido		
23-24	24	C-268	12,6364	24,5	52,1306	36,9	38,6	0,99		
24-25	25	C-11	12,6945	31	62,486	42,8	39,5	0,97		
25-26	26	C-17	12,3757	29	58,4493	40,8	38,3	0,98	Х	0,031
26-27	27	C-12	12,5343	34	66,4864	45,7	38,5	0,98		
27-28	28	C-6	12,4346	26	55,2982	38,9	38,3	1,02		
28-29	29	C-1	12,5164	35,5	70,0341	48,2	38,0	1,01		
29-30	30	C-13	12,447	27,5	56,792	40,0099	37,8	1,00		
30-31	31	C-8	12,587	27,5	56,6464	41	35,5	1,03	Х	0,04

31-32	32	C-25	12,4449	32,5	65,6457	Perdido	Perdido	Perdido		
32-33	33	C-4	12,4542	34,5	68,8426	49,9	33,6	1,09		
33-34	34	C-21	12,473	23,89	51,8166	37,2	37,2	1,04		
34-35	35	C-24	12,4001	35	68,5275	48,6	35,5	1,03		
35-36	36	C-19	12,5216	33	63,4797	42,3	41,6	0,90		
36-37	37	C-22	12,3943	26	57,4988	39,3	40,3	1,03	Х	0,038
37-38	38	C-14	12,5063	34,5	64,8045	43,6	40,5	0,90		
38-39	39	C-20	12,2595	32,5	63,497	43,2	39,6	0,95		
39-40	40	C-2	12,3838	33	64,0162	42,9	40,9	0,92		
40-41	41	C-7	12,4675	35,5	68,0681	45,2	41,1	0,92	Х	0,044
41-42	42	C-18	12,4977	28,33	57,9772	39,5	40,6	0,95		
42-43	43	C-3	12,1953	35	67,6143	44,6	41,5	0,93		
43-44	44	C-10	12,5239	33	63,1622	45,4	35,1	1,00		
44-45	45	Perdido								
45-46	46	C-267	12,3653	22,22	50,372	37	35,2	1,11		
46-47	47	C-9	12,4542	35	67,6962	45,4	40,4	0,94		
47-48	48	C-23	12,1795	25	55,0339	40,3	34,4	1,12		
48-49	49	C-255	12,3679	34	66,4995	44,7	40,3	0,95		
49-50	50	C-261	12,3802	32,5	63,1082	41,8	42,0	0,91		
50-51	51	C-263	12,3763	34	63,1405	41,2	43,2	0,85	Х	0,038
51-52	52	C-15	12,6486	35,5	67,8478	44,9548	41,5	0,91		
52-53	53	C-206	12,5317	34	64,4567	43,5565	40,3	0,91		
53-54	54	C-217	12,19	34,5	68,1076	46	39,5	0,98		
54-55	55	C-208	12,4932	35,5	70,502	Perdido	Perdido	Perdido		
55-56	56	C-223	12,5254	34,5	66,5422	44,6	40,6	0,93		
56-57	57	C-210	12,4384	36	69,9565	48	38,2	0,99		
57-58	58	C-216	12,474	34	65,628	44,2	40,3	0,93		
58-59	59	C-203	12,6401	33	64,2274	44,9	37,5	0,98		
59-60	60	C-202	12,3129	38	69,6233	44,7	43,5	0,85		
60-61	61	C-219	12,6224	35	66,2015	43,7	42,0	0,89	Х	0,038
61-62	62	C-222	12,4464	30	58,8468	39,9	40,8	0,92		
62-63	63	C-209	12,4573	36	69,1091	45,4	41,9	0,92		
63-64	64	C-211	12,4425	31,11	62,1755	43	38,6	0,98		

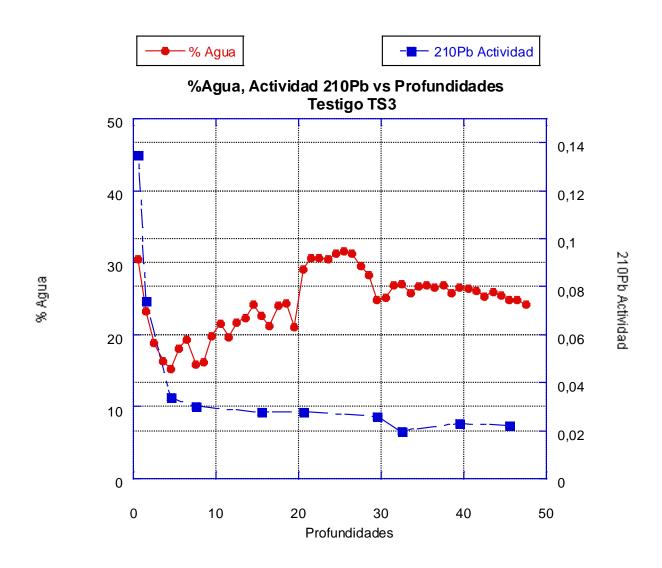
64-65	65	C-207	12,4494	29	57,4796	Perdido	Perdido	Perdido		
65-66	66	C-212	12,3857	34,5	65,513	42,6	43,1	0,88		
66-67	67	C-204	12,6986	33	63,0007	42,2	41,4	0,89		
67-68	68	C-213	12,3866	34,5	64,8108	44,8	38,2	0,94		
68-69	69	C-201	12,3876	36	68,2924	45,2	41,3	0,91		
69-70	70	C-205	12,384	33	57,2356	Perdido	Perdido	Perdido		
70-71	71	C-220	12,3396	34,5	67,3089	45,9	38,9	0,97	Х	0,033
71-72	72	C-215	12,3771	35,5	68,66,04	48,4	36,0	1,01		
72-73	73	C-224	12,3119	29,44	59,6429	43,8	33,5	1,07		
73-74	74	C-218	12,3158	35	69,1651	47,6	37,9	1,01		



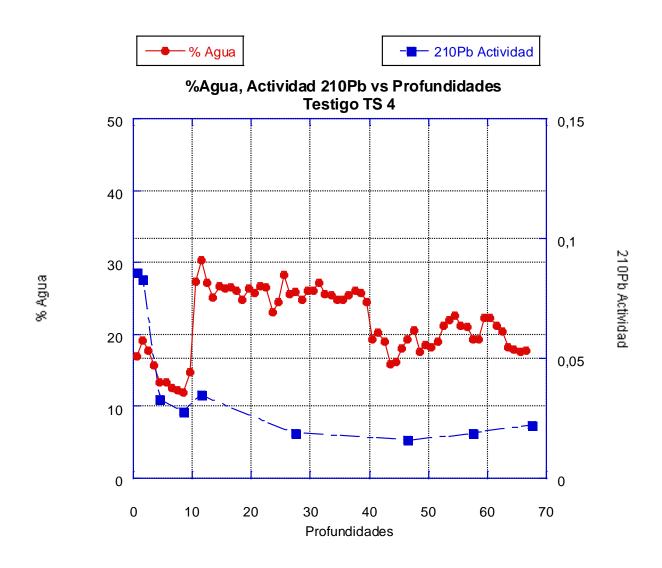
Anexo 19. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 1



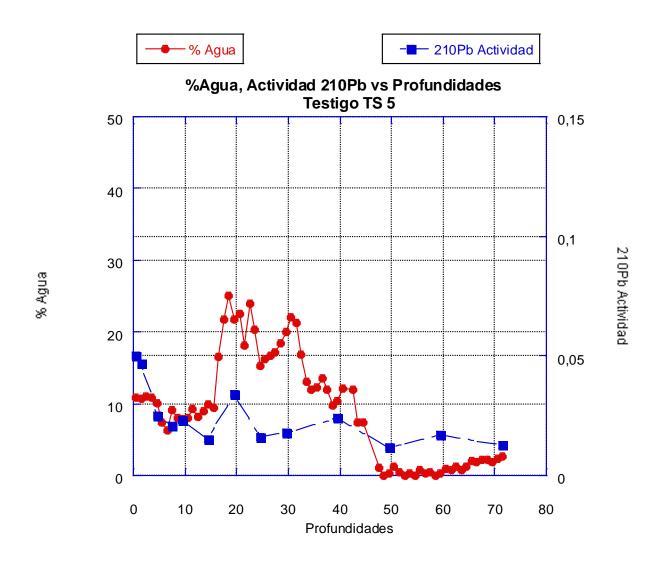
Anexo 20. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 2



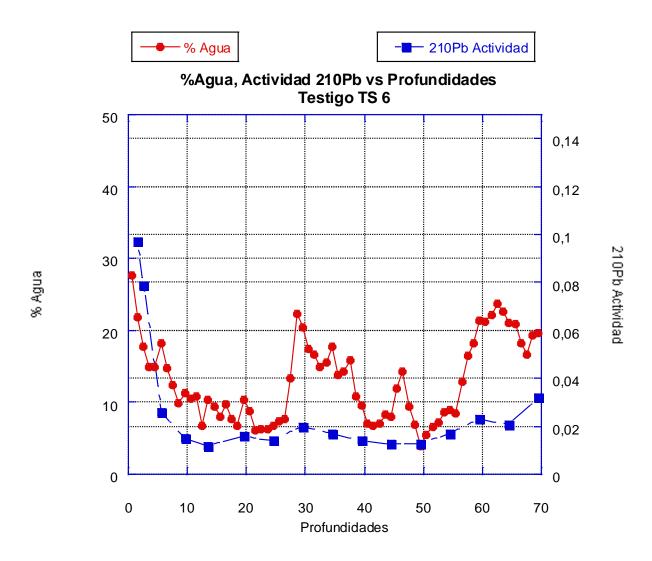
Anexo 21. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 3



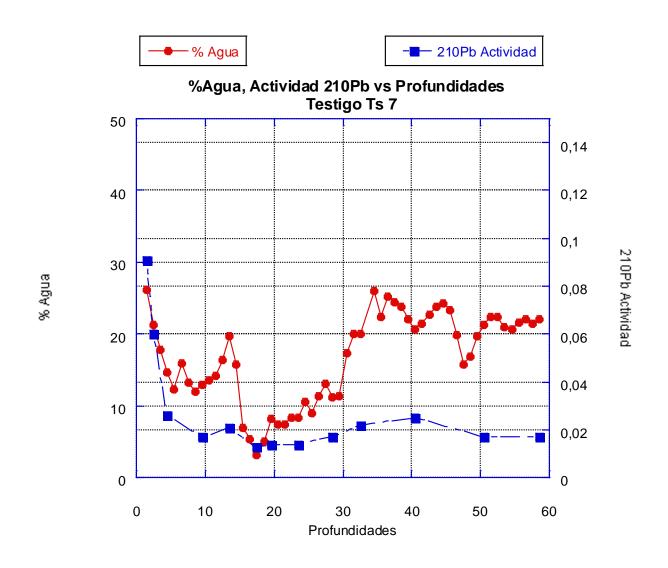
Anexo 22. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 4



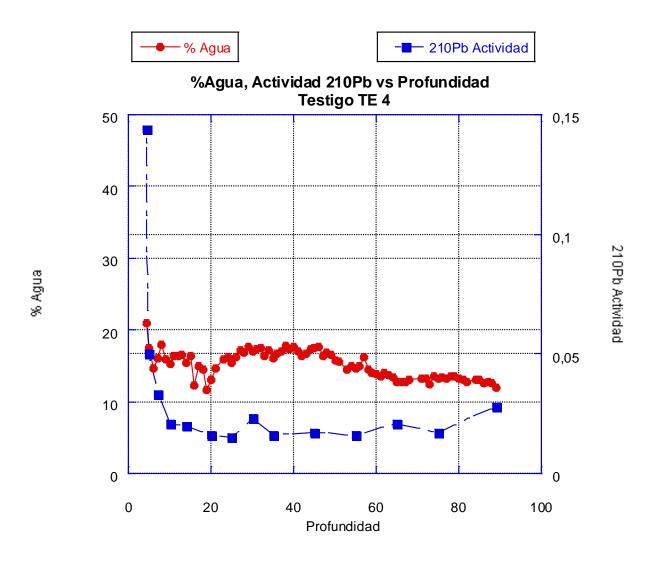
Anexo 23. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 5



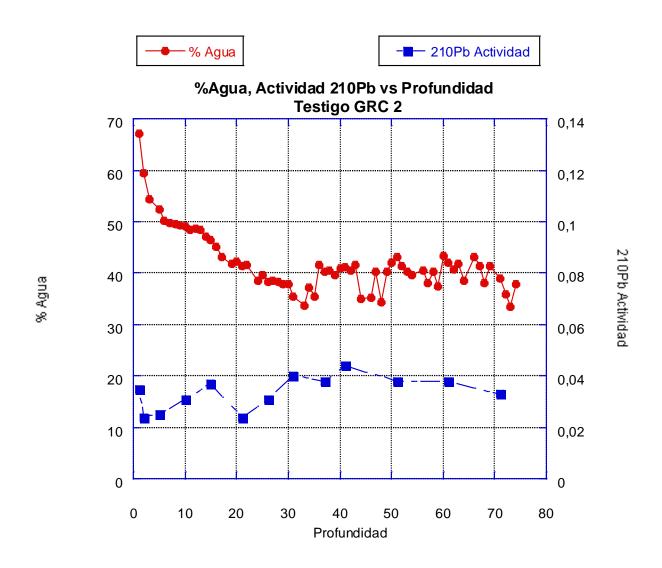
Anexo 24. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 6



Anexo 25. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TS 7



Anexo 26. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo TE 4



Anexo 27. Cuadro de la actividad de 210Pb, % de humedad vs. profundidad del testigo GRC 2

Nº de Muestra	lc 619,	MC016,	MC026,	MC026,	MC044,	mc042,	MC056,	MC057,	MC068,	MC083,	Ic687/ 481/544,	IC629/ 457/748,	IC765,	IC462/ 739/692,
Granulometría														
% GRAVEL:	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%
% SAND:	1,6%	1,0%	1,6%	1,3%	0,7%	0,4%	2,0%	0,9%	0,6%	1,1%	0,0%	0,5%	1,5%	0,6%
% MUD:	98,4%	99,0%	98,4%	98,7%	99,3%	99,6%	98,0%	99,1%	99,4%	98,9%	100,0%	99,5%	98,5%	99,4%
% V COARSE GRAVEL:	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%
% COARSE GRAVEL:	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%
% MEDIUM GRAVEL:	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%
% FINE GRAVEL:	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%
% V FINE GRAVEL:	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%
% V COARSE SAND:	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%
% COARSE SAND:	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%
% MEDIUM SAND:	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%
% FINE SAND:	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%
% V FINE SAND:	1,6%	1,0%	1,6%	1,1%	0,7%	0,4%	1,9%	0,7%	0,6%	1,1%	0,0%	0,5%	1,2%	0,6%
% V COARSE SILT:	5,6%	3,5%	8,2%	5,3%	3,1%	2,0%	10,7%	1,7%	1,4%	7,6%	0,8%	2,7%	1,9%	2,4%
% COARSE SILT:	19,1%	14,3%	24,5%	19,6%	12,7%	9,7%	29,1%	6,0%	4,9%	22,1%	3,5%	11,8%	8,2%	9,8%
% MEDIUM SILT:	25,5%	24,8%	25,9%	26,5%	23,5%	21,5%	25,7%	15,3%	13,5%	24,7%	10,2%	23,6%	19,2%	20,7%
% FINE SILT:	18,3%	21,4%	17,3%	18,9%	21,7%	23,1%	13,9%	23,2%	22,2%	16,6%	20,4%	22,6%	23,4%	23,4%
% V FINE SILT:	10,8%	13,0%	10,0%	10,3%	14,2%	15,9%	7,2%	19,3%	19,6%	9,6%	20,7%	14,1%	17,5%	16,8%
% CLAY:	19,2%	22,0%	12,5%	17,9%	24,2%	27,4%	11,3%	33,7%	37,8%	18,3%	44,3%	24,7%	28,3%	26,4%

Anexo 28. Tabla donde se presenta los resultados de la granulometría por muestra del Testigo TS 1

Nº de Muestra	mcm 103,	mcm 023,	mcm 061,	mcm 072,	mcm 082,	mcm 152,	mcm 178,	mcm 168,12 7/165,	mcm 213,	lc375,	lc499,	lc674,	lc598,	Ic694, 631, 736,	Ic570, 514, 729,	lc712,
Granulometría																
% GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% SAND:	2,7%	34,9%	19,0%	33,8%	23,9%	36,2%	22,7%	2,2%	13,4%	1,7%	1,8%	2,4%	0,6%	2,6%	3,3%	7,2%
% MUD:	97,3%	65,1%	81,0%	66,2%	76,1%	63,8%	77,3%	97,8%	86,6%	98,3%	98,2%	97,6%	99,4%	97,4%	96,7%	92,8%
% V COARSE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% COARSE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% MEDIUM GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% FINE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% V FINE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% V COARSE SAND:	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%	0,0%	0,0%
% COARSE SAND:	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%	0,0%	0,0%
% MEDIUM SAND:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
% FINE SAND:	0,1%	4,8%	2,1%	6,4%	3,1%	6,3%	3,5%	0,0%	2,7%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	1,6%
% V FINE SAND:	2,6%	30,0%	17,0%	27,4%	20,8%	29,9%	19,2%	2,2%	10,7%	1,3%	1,8%	2,4%	0,5%	2,5%	3,2%	5,6%
% V COARSE SILT:	11,4%	21,4%	21,0%	17,9%	19,6%	19,1%	17,2%	14,7%	8,4%	2,5%	11,5%	12,8%	2,9%	15,2%	12,5%	4,4%
% COARSE SILT:	23,0%	11,9%	16,5%	11,8%	13,6%	11,7%	13,9%	33,0%	8,8%	9,4%	30,8%	30,3%	13,1%	28,3%	23,3%	7,7%
% MEDIUM SILT:	21,0%	8,8%	12,6%	10,1%	11,2%	9,3%	12,9%	22,1%	15,3%	21,2%	25,8%	24,1%	25,3%	20,6%	20,7%	17,6%
% FINE SILT:	14,9%	6,7%	9,2%	7,9%	9,0%	7,1%	10,4%	10,9%	18,2%	23,7%	12,8%	12,4%	22,8%	12,1%	14,5%	20,9%
% V FINE SILT:	9,1%	4,8%	6,3%	5,4%	6,4%	5,0%	6,9%	6,0%	12,8%	15,9%	6,4%	6,5%	13,5%	7,1%	8,8%	14,7%
% CLAY:	17,9%	11,6%	15,4%	13,0%	16,2%	11,7%	16,1%	11,1%	23,1%	25,7%	10,9%	11,5%	21,9%	14,1%	17,0%	27,6%

Anexo 29. Tabla donde se presenta los resultados de la granulometría por muestra del Testigo TS 2

Nº de muestra	mc060	mc065	mc058	mc105	mc104	mc077	mc086	lc724	lc377	Ic672, 488	lc492	Ic607	lc716
Granulometría													
% GRAVEL:	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%
% SAND:	1,9%	3,4%	2,0%	0,6%	0,2%	2,2%	2,2%	0,2%	0,0%	0,6%	1,9%	1,2%	0,2%
% MUD:	98,1%	96,6%	98,0%	99,4%	99,8%	97,8%	97,8%	99,8%	100,0%	99,4%	98,1%	98,8%	99,8%
% V COARSE GRAVEL:	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%
% COARSE GRAVEL:	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%
% MEDIUM GRAVEL:	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%
% FINE GRAVEL:	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%
% V FINE GRAVEL:	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%
% V COARSE SAND:	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%
% COARSE SAND:	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%
% MEDIUM SAND:	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%
% FINE SAND:	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%
% V FINE SAND:	1,9%	3,3%	2,0%	0,6%	0,2%	2,2%	2,1%	0,2%	0,0%	0,6%	1,9%	1,2%	0,2%
% V COARSE SILT:	11,4%	16,2%	11,1%	3,7%	2,0%	12,3%	14,2%	2,2%	1,5%	6,0%	12,2%	7,8%	3,2%
% COARSE SILT:	28,0%	29,1%	28,9%	15,3%	10,6%	27,6%	26,4%	9,8%	8,0%	18,6%	26,0%	22,1%	13,1%
% MEDIUM SILT:	23,9%	19,6%	24,7%	27,1%	23,2%	22,1%	22,1%	21,6%	20,1%	23,8%	22,1%	24,2%	23,6%
% FINE SILT:	13,3%	10,9%	13,4%	21,5%	23,4%	13,0%	13,8%	23,3%	23,8%	18,2%	13,8%	16,6%	21,3%
% V FINE SILT:	7,2%	6,8%	7,0%	11,6%	14,8%	7,7%	7,7%	15,4%	16,6%	11,4%	8,3%	9,9%	13,9%
% CLAY:	14,3%	14,2%	12,9%	20,2%	25,8%	15,1%	13,7%	27,5%	30,0%	21,5%	15,7%	18,2%	24,7%

Anexo 30. Tabla donde se presenta los resultados de la granulometría por muestra del Testigo TS 3

Nº de muestra	IC522,	MC 004,028, 123	lc530	Mc172	Mc124	lc535	Mc152	Mc169	Mc174	Mc166	Mc154	Mcm 269,	Mcm 179,	Mcm 055,	Mcm 087,	Mcm 256,
Granulometría																
% GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% SAND:	4,5%	3,2%	4,6%	1,9%	1,6%	8,5%	5,7%	6,8%	3,0%	4,6%	3,6%	9,5%	5,3%	7,0%	10,8%	8,8%
% MUD:	95,5%	96,8%	95,4%	98,1%	98,4%	91,5%	94,3%	93,2%	97,0%	95,4%	96,4%	90,5%	94,7%	93,0%	89,2%	91,2%
% V COARSE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% COARSE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% MEDIUM GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% FINE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% V FINE GRAVEL:	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%	0,0%	0,0%
% V COARSE SAND:	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%	0,0%	0,0%
% COARSE SAND:	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%	0,0%	0,0%
% MEDIUM SAND:	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,4%	1,7%	0,0%	0,0%	0,4%	1,7%	0,0%	1,3%	2,2%	2,6%
% FINE SAND:	2,0%	0,7%	1,7%	0,1%	0,1%	5,7%	3,6%	2,9%	1,1%	2,1%	1,8%	3,3%	0,4%	1,3%	2,7%	2,8%
% V FINE SAND:	2,5%	2,5%	2,9%	1,8%	1,5%	2,5%	1,6%	2,3%	1,8%	2,5%	1,4%	4,5%	5,0%	4,5%	5,9%	3,4%
% V COARSE SILT:	8,6%	2,6%	7,4%	3,9%	2,8%	4,8%	3,7%	6,1%	2,9%	5,8%	4,2%	15,5%	17,4%	15,5%	21,0%	11,3%
% COARSE SILT:	24,3%	10,5%	19,1%	14,3%	10,6%	13,7%	14,9%	20,0%	11,7%	19,2%	15,0%	27,4%	27,7%	26,0%	25,6%	25,5%
% MEDIUM SILT:	23,8%	22,0%	22,7%	24,5%	21,0%	20,6%	25,2%	26,6%	23,3%	26,4%	24,4%	18,7%	19,0%	18,9%	15,0%	19,8%
% FINE SILT:	14,6%	22,9%	16,8%	21,4%	22,4%	17,3%	19,9%	16,9%	22,1%	18,1%	19,2%	10,6%	10,8%	11,4%	8,8%	11,6%
% V FINE SILT:	8,2%	14,5%	10,0%	12,7%	15,0%	11,1%	10,7%	8,3%	13,4%	9,6%	11,1%	5,9%	6,3%	6,8%	5,6%	7,1%
% CLAY:	16,0%	24,2%	19,4%	21,1%	26,8%	24,1%	19,9%	15,4%	23,6%	16,2%	22,6%	12,4%	13,5%	14,4%	13,3%	15,8%

Anexo 31. Tabla donde se presenta los resultados de la granulometría por muestra del Testigo TS 4

N⁰ de muestra	IC689,	IC753,	lc561,	lc542,	lc725,	Ic504,	lc356,	Ic740,	Ic581/ 353/ 769,	lc430,	lc539,	lc364,	Ic644/ 608,	lc538,	lc537,
Granulometría															
% GRAVEL:	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%	0,0%
% SAND:	25,9%	17,5%	7,2%	33,4%	16,6%	58,9%	8,3%	14,4%	16,6%	8,3%	13,7%	12,7%	10,7%	7,1%	13,5%
% MUD:	74,1%	82,5%	92,8%	66,6%	83,4%	41,1%	91,7%	85,6%	83,4%	91,7%	86,3%	87,3%	89,3%	92,9%	86,5%
% V COARSE GRAVEL:	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%	0,0%
% COARSE GRAVEL:	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%	0,0%
% MEDIUM GRAVEL:	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%	0,0%
% FINE GRAVEL:	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%	0,0%
% V FINE GRAVEL:	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%	0,0%
% V COARSE SAND:	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%	0,0%
% COARSE SAND:	0,8%	0,3%	0,0%	0,5%	0,3%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%
% MEDIUM SAND:	2,5%	3,3%	1,5%	4,2%	1,8%	2,6%	2,4%	1,3%	2,1%	1,5%	2,2%	0,0%	1,8%	0,8%	1,2%
% FINE SAND:	2,8%	2,7%	2,7%	4,2%	2,4%	10,0%	3,2%	2,8%	3,4%	2,3%	2,4%	0,5%	3,1%	2,1%	2,1%
% V FINE SAND:	19,8%	11,2%	3,0%	24,4%	12,1%	45,7%	2,7%	10,3%	11,2%	4,5%	9,0%	12,2%	5,8%	4,2%	10,0%
% V COARSE SILT:	28,7%	30,9%	10,4%	22,6%	28,4%	21,6%	8,4%	24,7%	22,2%	18,5%	23,9%	34,3%	15,4%	19,1%	30,5%
% COARSE SILT:	16,8%	20,5%	23,4%	12,4%	22,1%	7,5%	20,9%	20,5%	19,5%	29,4%	20,4%	24,8%	23,3%	29,0%	24,5%
% MEDIUM SILT:	10,0%	10,1%	22,1%	8,9%	11,6%	3,8%	22,4%	13,4%	14,7%	18,1%	13,5%	11,2%	19,0%	18,2%	11,8%
% FINE SILT:	6,4%	6,3%	13,8%	6,9%	7,0%	2,6%	15,2%	8,9%	9,5%	9,2%	9,2%	5,8%	11,6%	9,7%	6,7%
% V FINE SILT:	4,1%	4,3%	7,6%	4,9%	4,6%	1,9%	8,7%	5,8%	5,8%	5,4%	6,1%	3,7%	6,7%	5,7%	4,2%
% CLAY:	8,2%	10,4%	15,4%	10,9%	9,7%	3,7%	16,2%	12,3%	11,8%	11,2%	13,3%	7,5%	13,2%	11,2%	8,7%

Anexo 32. Tabla donde se presenta los resultados de la granulometría por muestra del Testigo TS 5

Nº de muestra	Mc147 /151,	lc426,	lc500,	lc669,	Ic386/ 525 /672,	lc767,	lc482 /634,	lc447 /412,	Mc125,	lc487,	Mc139,	lc415,	lc518,
Granulometría													
% GRAVEL:	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%
% SAND:	34,3%	43,3%	6,1%	47,8%	20,3%	20,9%	5,1%	45,8%	16,1%	6,6%	34,7%	35,4%	15,5%
% MUD:	65,7%	56,7%	93,9%	52,2%	79,7%	79,1%	94,9%	54,2%	83,9%	93,4%	65,3%	64,6%	84,5%
% V COARSE GRAVEL:	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%
% COARSE GRAVEL:	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%
% MEDIUM GRAVEL:	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%
% FINE GRAVEL:	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%
% V FINE GRAVEL:	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%
% V COARSE SAND:	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%
% COARSE SAND:	0,4%	0,5%	0,0%	0,7%	0,4%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,5%	0,3%	0,4%
% MEDIUM SAND:	2,2%	2,6%	0,0%	3,1%	3,0%	3,1%	0,5%	2,5%	1,0%	0,6%	2,4%	2,2%	2,0%
% FINE SAND:	5,0%	9,3%	0,2%	12,9%	3,2%	3,0%	1,6%	13,4%	2,6%	2,0%	4,6%	9,4%	2,6%
% V FINE SAND:	26,6%	30,9%	5,9%	31,2%	13,8%	14,6%	3,0%	29,8%	12,4%	4,0%	27,2%	23,5%	10,5%
% V COARSE SILT:	24,8%	22,0%	19,5%	17,3%	26,8%	29,9%	10,3%	20,6%	22,6%	14,4%	21,2%	21,2%	24,0%
% COARSE SILT:	15,2%	11,8%	24,2%	10,3%	18,5%	21,3%	24,9%	11,5%	17,3%	26,3%	11,6%	13,8%	23,3%
% MEDIUM SILT:	9,0%	7,4%	18,4%	7,5%	10,9%	10,2%	24,0%	7,0%	12,6%	20,1%	8,9%	9,2%	14,3%
% FINE SILT:	5,6%	5,1%	11,6%	5,5%	7,5%	5,8%	14,2%	4,9%	9,6%	11,4%	7,0%	6,7%	7,9%
% V FINE SILT:	3,8%	3,5%	6,7%	3,7%	5,2%	3,9%	7,5%	3,4%	6,9%	6,6%	4,9%	4,7%	4,8%
% CLAY:	7,3%	7,0%	13,4%	7,8%	10,8%	8,0%	14,1%	6,8%	15,0%	14,7%	11,7%	9,1%	10,0%

Anexo 33. Tabla donde se presenta los resultados de la granulometría por muestra del Testigo TS 6

Gra	in Size	Descriptive term	
phi	mm		
-10	1024	Very Large	
		Large	
-9	512	Medium Boulder	
-8	256	Small	
-7	128	Very small	
-6	64	Very coarse	
-5	32	Coarse	
-4	16		
-3	8	Medium Gravel	
-2	4	Fine	
-1	2	Very fine	
0	1	Very coarse	
	microns	Coarse	
1	500	Medium Sand	
2	250	Fine	
3	125	Very fine	
4	63	Very coarse	
5	31	Coarse	
6	16		
7	8	Medium Silt	
8	4	Fine	
9	2	Very fine	
,	~	Clay	

Size scale , modified from Udden (1914) and Wentworth (1922).

Anexo 34. Tabla granulométrica modificada de Udden 1914 y Wentworth 1922