

DESCRIPCIÓN DE FOTOGRAFÍAS

- F1:

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F2:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Mala selección. El tamaño de los clastos varían desde muy grueso a mediano. En una matriz arcillosa de color rojizo con nicoles paralelos y de naturaleza hematítica.

COMPONENTES:

a) Clastos:

a.1- Granos de Cuarzo: sus tamaños varían de gruesos a medianos. Los de granos gruesos poseen formas redondeadas y con inclusión de mineral opaco.

Los de granos medianos, tienen variaciones de forma, desde subangulosas a subredondeadas y escaso feldespato alterado.

a.2- Fragmentos de rocas: clastos gruesos de riolita porfirítica, con formas angulosas a irregulares. Otros fragmentos de menor tamaño están compuestos de cuarcita.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino y de naturaleza arcillosa. Tiene también color amarillento con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados es gris oscuro.

c) Cemento:

El cemento es escaso y de naturaleza hematítica, se aprecia con colores marrones alrededor de los granos. La hematita está íntimamente asociada al material arcilloso.

CLASIFICACIÓN: Arenisca lítica, mal seleccionada y poco cementada.

- F3:

Lámina petrográfica de la base de la cantera Cudas. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F4:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: clásica.

Selección: poca selección. El tamaño de los clastos varía desde grueso a mediano. En una matriz arcillosa de color rojizo con nicoles paralelos. La matriz es abundante con relación a los clastos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo y fragmentos de rocas, con tamaños que varían desde grueso a mediano. Los de granos gruesos poseen formas bien redondeadas. Los de granos medianos poseen formas que varían desde subangulosas a subredondeadas.

Escasos son los fragmentos de cuarcita.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino y de naturaleza arcillosa de color marrón amarillento con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados es gris – marrón oscuro.

c) Cemento:

El cemento es escaso y de naturaleza hematítica se aprecia con colores marrones alrededor de los granos, la hematita está íntimamente asociada al material arcilloso.

Observación: se observan venas rellenas con sílice del tipo calcedonia, de origen epigenético.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano mediano a grueso, poco seleccionada y poco cementada.

- F5:

Lámina petrográfica de la parte más alta de la cantera Cudas. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F6:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica

Selección: Mejor seleccionada que las anteriores, en relación al tamaño y presencia de matriz. El tamaño de los clastos varía desde grueso hasta mediano, inmersos en una matriz arcillosa, ferruginosa, de color rojizo con nicoles paralelos.

COMPONENTES:**a) Clastos:**

Granos de cuarzo y fragmentos de roca, con tamaños que varían desde grueso a mediano. Los de granos gruesos poseen formas bien redondeadas. Los de granos medianos poseen formas que varían desde subangulosas a subredondeadas.

Escasos son los fragmentos de cuarcitas.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino y de naturaleza arcillosa de color marrón amarillento con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados es gris – marrón oscuro.

c) Cemento:

El cemento es escaso y de naturaleza hematítica, se aprecia con colores marrones alrededor de los granos. La hematítica está íntimamente asociada al material arcilloso.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano mediano a grueso, y poco cementada.

- F7:

Lámina petrográfica de la base de la cantera Cudas. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F8:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Mala selección con respecto a los tamaños de los clastos. Clastos de tamaño variando entre muy grueso hasta fino. En una matriz arcillosa de color rojizo ferruginosa con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo, cuyos tamaños varían desde muy grueso hasta fino. Sus formas son angulosas y subangulosas. Algunos de los clastos de cuarzo presentan extinción ondulante.

b) Matriz:

La matriz se halla constituida por fragmentos de cuarzo de grano fino y de material arcilloso de color marrón amarillento con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados tienen color gris – marrón oscuro.

c) Cemento:

El cemento es escaso y de naturaleza hematítica. Se aprecia con colores marrones alrededor de los granos.

Observación: Se distingue presencia de estratificación por emplazamiento de capas separadas por láminas de hematitas.

CLASIFICACIÓN: Arenisca conglomerádica poco cementada y de textura cataclástica.

- F9:

Lámina petrográfica de la parte más alta del Cerro Patiño. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F10:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Bien seleccionado con respecto al tamaño, también con respecto a la composición y la matriz. El tamaño de los clastos es de grano mediano, dentro de una matriz arcillosa de color amarillento con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos.

Granos de cuarzo y fragmentos de rocas, con tamaños promedios medianos. Poseen formas subredondeadas, con ocasional presencia de fragmentos angulosos. Tiene escasos fragmentos de cuarcitas.

Con nicoles paralelos se observa presencia de hematita alrededor de los granos clásticos.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino, de naturaleza arcillosa de color amarillento con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados, presenta color gris – marrón oscuro.

c) Cemento:

El cemento es arcilloso y hematítico, de color marrón, alrededor de los granos.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano mediano, bien seleccionada y bien cementada.

- **F11:**

Lámina petrográfica de la base del Cerro Patiño. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- **F12:**

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: mala selección con respecto a los tamaños de los clastos. Clastos de tamaño variando entre grueso hasta mediano. En una matriz arcillosa de color rojizo ferruginosa con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo, cuyos tamaños varían desde grueso hasta mediano. Sus formas son subredondeadas para los clastos gruesos y subangulosas para los clastos medianos.

Algunos de los clastos de cuarzo presentan extinción ondulante.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales arcillosos de colores marrones amarillentos con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados presenta color marrón oscuro.

Observación: Como accesorios se encuentran minerales opacos de color negro.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano mediano a grueso, moderadamente cementada.

- F13:

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F14:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: mala selección con respecto al tamaño y composición. Los tamaños de los clastos varían desde muy gruesos hasta medianos. En una matriz arcillosa de color rojizo y negro opaco con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

a.1- Fragmentos de roca: Los tamaños son muy gruesos, con formas angulosas a subredondeadas. Están compuestos de cuarcitas de texturas gruesas y finas. También fragmentos de rocas volcánicas afaníticas alteradas, posiblemente con nefelinitas.

a.2- Granos de Cuarzo: Predominan las formas subangulosas y subredondeadas. De granulometrías medianas, entre los fragmentos rocosos más gruesos.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales arcillosos de colores marrones amarillentos con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados presentan colores marrones oscuros.

Observación: Como accesorios se encuentran minerales opacos de color negro.

Se debe destacar la presencia de gruesos espacios vacíos que posiblemente constituye la porosidad original de la roca, que posteriormente se perdió.

CLASIFICACIÓN: Conglomerado polimictico moderadamente cementado.

- F15:

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F16:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Mala selección con respecto al tamaño y composición. Los tamaños de los clastos varían desde muy gruesos hasta medianos. En una matriz arcillosa de color rojizo y negro opaco con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

a.1- Fragmentos de Rocas: Los tamaños son muy gruesos, con formas subredondeadas. Están compuestos por cuarcitas foliadas y de rocas ígneas volcánicas ácidas piroclásticas que podrían tratarse de pumitas.

a.2- Granos de Cuarzo: Predominan las formas subangulosas y subredondeadas. También se localizan feldespatos alcalinos (Sanidina ?).

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales arcillosos de colores marrones amarillentos con nicoles paralelos, también asociados a minerales opacos de color negro.

CLASIFICACIÓN: Conglomerado polimictico moderadamente cementado.

- F17:

Lámina petrografía de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F18:

Idema anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Granos moderadamente seleccionados con respecto a los tamaños, a las composiciones y a la matriz.

Los tamaños de los clastos varían desde gruesos hasta medianos. En una matriz arcillosa de color amarillento con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo y fragmentos de rocas, con tamaños que varían desde granos gruesos a medianos, con formas subredondeadas y ocasionales presencias de fragmentos angulosos gruesos, principalmente de cuarzo.

Los fragmentos de cuarcitas son escasos.

Se observan fragmentos clásticos de colores rojos oscuros, probablemente de hematita y de colores negros con nicoles cruzados.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino, de naturaleza arcillosa de colores amarillentos con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados presenta color gris – marrón oscuro.

c) Cemento:

El cemento es arcilloso y hematítico de color marrón.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano grueso a mediano, moderadamente seleccionada y cementada.

- F19:

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F20:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: mala selección con respecto a los tamaños y composiciones. Los tamaños de los clastos varían desde muy grueso, grueso hasta mediano. Inmersos en una matriz arcillosa de color marrón oscuro y negro opaco con nicoles paralelos, con señales de procesos de alteraciones.

COMPONENTES:

a) Clastos:

a.1- Fragmentos de Rocas: Se observa la presencia de un fragmento muy grueso, mientras que los demás de tamaños más finos, pero con formas angulosas a subredondeadas, compuestos principalmente por cuarcitas de texturas muy finas.

a.2- Granos de Cuarzo: Predominan las formas subangulosas y subredondeadas, de granos gruesos a medianos.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales arcillosos de coloraciones marrón – amarillento con nicoles paralelos y también con nicoles cruzados.

CLASIFICACIÓN: Conglomerado polimictico moderadamente cementado.

- F21:

Lámina petrográfica de la localidad, Martín Rolón de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F22:

Idem anterior. Visto en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Moderadamente seleccionado con respecto a los tamaños, composiciones y la presencia de matriz. Los tamaños de los clastos varían, desde el grano fino hasta mediano. Tiene una matriz que en partes es arcillosa incolora, mientras que otras presentan coloraciones marrones – amarillentas con nicoles paralelos, más todavía cerca de las zonas de fracturas (las coloraciones llegan por las fracturas).

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo cuyos tamaños varían desde el grano fino hasta el mediano, con formas angulosas, subangulosas y subredondeadas. Los granos principalmente están compuestos por cuarzo. Se destaca un sector con presencia de granos clásticos más finos y con manchas de hematita oscura con nicoles cruzados.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino, también se halla constituida por material arcilloso de color amarillento claro, con nicoles paralelos, mientras que con los nicoles cruzados presenta coloración gris oscura.

c) Cemento:

El cemento es de naturaleza arcillosa con hematita de color marrón.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano fino a mediano, moderadamente seleccionada y cementada.

- **F23:**

Lámina petrográfica de la base del Cerro Patiño. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- **F24:**

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: roca clástica – sin matriz.

Selección: Escasamente seleccionado con respecto a los tamaños y la ausencia de matriz arcillosa.

Los tamaños de los clastos varían desde los granos gruesos hasta los medianos, que se encuentran cementados por hematita de color marrón oscuro.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo cuyos tamaños varían, desde el grano grueso hasta mediano. Los clastos tienen variadas formas; desde angulosas, subangulosas y subredondeadas. La composición principal es cuarzo y algunos fragmentos rocosos, como cuarcitas.

b) Matriz:

Esta roca no presenta matriz, porque en vez de ella, esta ocupada por material cementante. El mismo actuó como sello para la no entrada de la matriz.

c) Cemento:

El cemento es de naturaleza hematítica, de color marrón oscuro, tanto con nicoles paralelos como con nicoles cruzados.

Observación: Esta muestra es muy similar, a las tomas microfotográficas: - F4 y -F5.

CLASIFICACIÓN: Arenisca ferruginosa, de grano grueso a mediano.

- **F25:**

Lámina petrográfica de la parte más alta del Cerro Patiño. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F26:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Bien seleccionado con respecto al tamaño, también con respecto a la composición y a la presencia de matriz. El tamaño de los clastos es de grano mediano, dentro de una matriz arcillosa incolora por partes, en otras de color marrón – amarillento con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo de tamaños que varían desde el grano grueso hasta el mediano, con formas subangulosas y subredondeadas. Predominan los cuarzos y escasos fragmentos rocosos.

b) Matriz:

La matriz es de grano muy fino, también se halla constituida por material arcilloso de color amarillento claro con nicoles paralelos, mientras que con los nicoles cruzados, presenta coloración gris oscura.

c) Cemento:

El cemento es de naturaleza arcillosa con hematita de color marrón, especialmente alrededor de los granos.

Observación: esta muestra es muy similar, a las tomas microfotográficas: - F9: ;
-F10: ; -F21: ; -F22:

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano mediano, bien seleccionada y bien cementada.

- F27:

Lámina petrográfica de la base de la cantera Cudas. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela aumentada cuarenta veces.

- F28:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Mala selección con respecto a los tamaños de los clastos, también con respecto a la composición y a la abundancia de matriz. Clastos de tamaños variando entre muy grueso hasta mediano. En una matriz arcillosa de color rojizo y negro opaco con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

a.1- Granos de Cuarzo: Sus tamaños varían desde gruesos, tamaños medianos hasta finos. Los granos presentan formas subangulosas y también angulosas.

a.2- Fragmentos de Rocas: Fragmentos rocosos de tamaños muy gruesos y formas subredondeadas. Compuestos principalmente por areniscas cuarzosas (ortocuarcita).

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales arcillosos de color marrón – amarillento con nicoles paralelos, asociados a minerales opacos de color negro. Se observa además la presencia de una fina capa de hematita, de color marrón – rojizo oscuro, con deformación producida por sobrecarga, (abanicos).

CLASIFICACIÓN: Conglomerado polimictico poco cementado.

- F29:

Lámina petrográfica de la parte más alta de la cantera Cudas. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F30:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: presenta buena selección con respecto a los tamaños de los granos y presencia de matriz. En general los tamaños de los clastos son medianos y algunos gruesos, inmersos en una matriz fina de color marrón oscuro de naturaleza ferruginosa.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo, principalmente de tamaños medianos, con ocasional presencia de clastos gruesos. Los granos en general poseen formas subangulosas a subredondeadas y ocasionalmente algunos de formas angulosas.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales de granos muy finos, de color marrón oscuro, tanto con nicoles paralelos o con nicoles cruzados. Está compuesto exclusivamente por hematita.

Observación: Esta muestra es muy similar, a las tomas microfotográficas: - **F6:** y - **F7:**

CLASIFICACIÓN: arenisca cuarzosa bien cementada.

- **F31:**

Lamina petrográfica de la base de la cantera Cudas. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- **F32:**

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Selección moderada. Posee abundante matriz con relación a los clastos.

Los tamaños de los clastos son relativamente uniformes. Predominan los granos medianos a gruesos. En una matriz de naturaleza arcillosa – ferruginosa de color amarillento con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo y fragmentos de rocas, con tamaños que varían desde grueso a mediano. Los de granos medianos poseen formas bien redondeadas y los clastos de granos gruesos presentan formas subangulosas a subredondeadas, compuestos principalmente de cuarzo y escasos fragmentos de rocas cuarcíticas.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales de granos muy finos de naturaleza arcillosa, de color marrón amarillento con nicoles paralelos, mientras que con nicoles cruzados presenta color gris – marrón oscuro (hematita). La hematita está íntimamente asociada al material arcilloso.

Observación: esta muestra es muy similar, a las tomas microfotográficas: - **F3:** y - **F4:**

CLASIFICACIÓN: Conglomerado lítico de grano mediano a grueso. Poco seleccionado y poco cementado.

- **F33:**

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- **F34:**

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: moderadamente seleccionada con respecto a los tamaños, composiciones y presencia de matriz. El tamaño de los clastos es de grano grueso a mediano, dentro de una matriz arcillosa de color marrón amarillento, con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Los granos de cuarzo y escasos fragmentos de rocas tienen tamaños que varían desde granos gruesos a medianos, con formas subredondeadas y ocasionalmente presencias de fragmentos angulosos. El componente principal es el cuarzo, escasos fragmentos de rocas volcánicas, probablemente de riolita. Además se observan algunos fragmentos clásticos de color negro con nicoles cruzados, probablemente magnetita.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales de naturaleza arcillosa de grano muy fino. El cemento corresponde a hematita de color marrón amarillento, con nicoles paralelos. Mientras que con nicoles cruzados, el color se presenta gris – marrón oscuro.

CLASIFICACIÓN: Arenisca cuarzosa de grano grueso a mediano. Moderadamente seleccionada y moderadamente cementada.

- F35:

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- F36:

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: mala selección con respecto a los tamaños y composiciones. Los tamaños de los clastos varían desde muy grueso hasta mediano. Inmersos en una matriz arcillosa de color amarillento a marrón rojizo y algunas partes de color negro opaco, con nicoles paralelos.

COMPONENTES:**a) Clastos:**

a.1- Fragmentos de Rocas: se observan fragmentos de rocas muy gruesos. Las formas predominantes son subangulosas a subredondeadas y están compuestos principalmente por clastos de cuarcitas de textura fina.

a.2- Granos de Cuarzo: predominan las formas subangulosas y subredondeadas, de tamaños medianos y los fragmentos rocosos más gruesos.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales arcillosos de color marrón amarillento con nicoles paralelos, mientras que con los nicoles cruzados presenta marrón oscuro.

Observación: Como accesorios se encuentran minerales opacos de color negro. Es importante destacar la presencia de gruesos espacios vacíos que posiblemente constituyen las porosidades originales de la roca primigenia. Se localizaron fragmentos de rocas oolíticas que ayudan al conocimiento de la cuenca. Se debe destacar que se encontraron componentes clásticos (piroclásticos) de minerales ígneos del tipo ferromagnesiano en proceso de alteración, son pseudomorfos de olivinos y piroxenos.

CLASIFICACIÓN: Conglomerado polimictico moderadamente cementado.

- **F37:**

Lámina petrográfica de San Juan Bautista de las Misiones. Ver mapa. Vista en luz polarizada paralela y aumentada cuarenta veces.

- **F38:**

Idem anterior. Vista en luz polarizada cruzada.

Textura: Clástica.

Selección: Granos moderadamente seleccionados. Posee abundante matriz con relación a los clastos. Los tamaños de los clastos son relativamente uniformes y predominan los tamaños medianos hasta gruesos, inmersos en matriz ferruginosa de naturaleza arcillosa, de color marrón amarillento con nicoles paralelos.

COMPONENTES:

a) Clastos:

Granos de cuarzo y fragmentos de rocas, con tamaños que varían desde grueso hasta mediano. Los del tamaño mediano poseen formas bien redondeadas mientras que los clastos son de tamaños gruesos, con formas subangulosas a subredondeadas y están constituidos de cuarzo y fragmentos de rocas, especialmente cuarcitas.

b) y c) Matriz y Cemento:

Se hallan constituidos por materiales de granos muy finos, de naturaleza arcillosa de color marrón amarillento, con los nicoles paralelos. Con los nicoles cruzados presenta gris – marrón oscuro por la composición hematítica.

Observación: Se ha investigado y concluido que la hematita está íntimamente asociada a los materiales arcillosos.

CLASIFICACIÓN: Arenisca de granos medianos a gruesos, poco seleccionada y poco cementada.

- F39:

Naciente del arroyo Ypanemí en las estribaciones de la Cordillera del Amambay. Departamento del Amambay. Ver mapas. Estratificaciones cruzadas de gran escala, en areniscas de origen eólico, correspondientes al Periodo Geológico Pérmico. El color original es blanco, pero en los alrededores presenta fuerte coloración roja de naturaleza ferruginosa y de origen epigenético.

- F40:

Arroyo Mburicá, al costado del Cerro Tacumbú, en la Ciudad de Asunción. Departamento Central. Ver mapas. Tubificaciones producidas por movimientos de aguas de origen hidrotermales y más tarde aguas de napas subterráneas, durante el soterramiento por los materiales del Chaco. Es clara la gran diferencia entre la arenisca de la Fotografía – **F39**.

Las areniscas de la zona de Tacumbú corresponden a la Formación Geológica Yaguarón.

- F41:

Arenisca de origen eólico, correspondiente a la Formación Geológica Pérmica, extraída de la zona de Trinidad del Departamento de Itapúa. Puede observarse la uniformidad litológica o permeabilidad isotrópica. Estas son las características que facilitan el movimiento de las aguas subterráneas en todos los sentidos o libre desplazamiento en las tres dimensiones espaciales. El bloque trabajado es muy voluminoso y levemente teñido por óxido de hierro.

- F42:

Areniscas de orígenes sub – litorales, neríticos, correspondientes a la Formación Geológica Pérmica. Zona del Cerro Tayay. Están en gruesos bancos de colores rojos, alternando con finos lechos pelíticos fosilíferos. Departamento de Amambay, entre la Ciudad de Pedro Juan Caballero y la Ciudad de Capitán Bado. El acuífero que conforman éstas rocas no tienen características isotrópicas.

Morfológicamente es una meseta del sistema cordillerano del Amambay. Ver mapa.

- F43:

Flanco Oriental del Cerro Guazú del Departamento de Amambay. En el horizonte se observa la Cordillera de Amambay. Cerro mesetiforme que en el pasado formaba parte de la misma cordillera, actualmente desconectado por procesos geológicos

erosivos. Pueden apreciarse grandes bloques cayendo por la erosión y desprendiéndose por efectos de la gravedad.

La litología corresponde a la Formación Patiño, compuesta principalmente por conglomerados y fanglomerados polimicticos, con fuerte componente de origen piroclástico.

Aquí la Formación Patiño descansa sobre las Formaciones Geológicas correspondientes a los periodos permo – carboníferos.

Se debe destacar que en el Cerro Guazú existen abundantes intrusiones ígneas, que lo hicieron resistir a los procesos meteóricos, dejándolo como un cerro testigo. Ver mapa.

- F44:

Casquete de conglomerado polimictico en el Cerro Guazú del Departamento de Amambay. A la izquierda, en el horizonte se divisa la Cordillera del Amambay. Formación Patiño con fuerte composición piroclástica. La coloración es intensamente rojiza por la naturaleza hematítica ferruginosa.

Puede apreciarse el aspecto mesetiforme de la prominencia geomorfológica. La evolución de la pendiente es abrupta debido a fenómenos gravitacionales. Ver mapa.

Los conglomerados y fanglomerados descansan sobre formaciones geológicas correspondientes a los Periodos Permocarboníferos.

La disposición litológica del Conglomerado Patiño es de característica caótica, indicando procesos de sedimentación de alta energía, en partes son verdaderas brechas volcánicas y también tectónicas.

- F45:

Piroclastitas del Cerro Guazú, correspondientes a la Formación Patiño del Norte de la Región Oriental del Paraguay. Departamento de Amambay. Los clastos de cuarcitas provinieron de la Serie San Luis, que fue desintegrada por fenómenos volcánicos altamente explosivos. También existen componentes carbonáticos por la cercanía de cuerpos carbonatíticos. Se puede observar una mala selección con respecto a los granos, clastos y matriz. La matriz es arcillosa, en sectores arenosas, ferruginosa, fuertemente hematítica. También existen clastos de cuarcitas de las areniscas pérmicas incluidas, en disposición caótica de alta energía. En las cercanías se observan abundantes fracturas rellenas con minerales de sílice. La textura es

piroclástica con clastos flotantes en la matriz ferruginosa. Entre los fragmentos de rocas incluidos existen los de orígenes sedimentarios, ígneos y metamórficos; los ígneos son predominantemente alcalinos. Los fenómenos hidrotermales fueron intensos.

- F46:

Piroclastitas del Cerro Guazú, correspondientes a la Formación Patiño del Norte de la Región Oriental del Paraguay. Departamento de Amambay. Entre los clastos de rocas incluidas existen materiales del Periodo geológico Precámbrico y fragmentos de rocas areniscas pérmicas. Con alto aumento se pueden observar masas calcíticas debido a las cercanías de las carbonatitas. La textura es piroclástica por los eventos explosivos que se sucedieron. Son abundantes los óxidos de colores negros y rojos, debido al hierro y manganeso.

Disposición caótica y abundante matriz en partes soldadas por invasiones de fluidos hidrotermales.

Los fragmentos líticos fueron rotos por la explosión de los gases magmáticos despresurizados violentamente, que no dieron tiempo a la más mínima selección de granos y fragmentos.

- F47:

Bloque extraído con mazo del Cerro Guazú, Departamento de Amambay. El mismo corresponde a la Formación Patiño del Norte de la Región Oriental del Paraguay. Se puede observar mala selección de los componentes, tanto fragmentos minerales, líticos y matriz.

Son abundantes los óxidos rojos ferruginosos y también los hay negros de hierro y manganeso.

La deposición fue caótica y abundante matriz, en partes soldados por invasiones de fluidos hidrotermales. La apariencia demuestra una textura del tipo flotante, donde muchos individuos no hacen contacto unos contra otros, solamente limitados por la matriz. Los contornos sub – redondeados de algunos clastos se debió a la influencia de agua y el rodamiento en sus pasos por las chimeneas. Algunos sectores carbonáticos se deben a las cercanías de grandes cuerpos carbonatíticos emplazados en el área. Los clastos de cuarcitas blancas provinieron de la destrucción de la Serie Geológica de San Luis por procesos puramente tecto – volcánicos, donde los

procesos explosivos eran la regla. Los clastos de rocas ígneas en su mayoría son del tipo alcalino y presentan unas fantásticas variedades.

- F48:

Cerro Perú de la localidad de Paraguairí, en el Departamento de Paraguairí. Ver mapas. Conglomerados, fanglomerados, brechas y anglomerados, correspondientes a la Formación Geológica Patiño, grandes bloques caen por erosión gravitacional, acentuándose por intervención antrópica. Los componentes polimicticos son de origen tectono – magmático. Los bloques de rocas ígneas corresponden en su mayoría a rocas alcalinas altamente caolinizadas y en segundo lugar a granitos del tipo Barrerito que resistieron los procesos de caolinización. Las cuarcitas y areniscas, son angulosas de gran porte, dispuestas de manera caótica, provenientes de Formaciones Geológicas Ordovícicas, Silúricas y Permo – carboníferas.

La matriz es arcillosa y en sectores algo arenosa que sostiene a los clastos en una disposición flotante, en la mayoría de los casos, sin contactos entre bloques y bloques, especialmente los caolinizados. El cerro señala el ángulo agudo del rectángulo formado por el Bloque de Asunción, donde se encuentran las fallas de Ypacarai y Caañabé. La mayoría de los bloques de areniscas se encuentran en disposición horizontal a sub – horizontal, mientras que la mayoría de los clastos alcalinos, en disposición sub – vertical a vertical. Esto sugiere que los alcalinos fueron proyectados.

- F49:

Afloramiento cercano al arroyo Miri de Capitan Bado, del Departamento de Amambay. Ver mapa. Puede observarse con claridad a la Formación Geológica Patiño, entrando debajo del basalto alterado, actualmente convertido en “CANGA”. También se observa claramente la patina de óxidos que cubren los clastos del Patiño. Las cuarcitas y areniscas blancas son restos de la Serie Geológica de San Luis y de formaciones Permo – carboníferas desintegradas por fenómenos tectono – magmáticos muy violentos. Aquí los clastos de rocas ígneas alcalinas rápidamente son atacados por los procesos intempéricos. Los mantos pisolíticos ferruginosos son las rocas basálticas atacadas meteóricamente.

En estos lugares, alejados de los centros alcalinos, las manifestaciones carbonáticas se atenúan por los procesos intempéricos de disolución.

Estos perfiles son los indicadores resaltantes de las deposiciones en receptáculos puramente tafrogénicos, en sincrónico inter – actuar del tectonismo, con las actividades magmáticas, en donde las fallas de gran ángulo marcan la regla. Son lugares con anomalías radiactivas.

- F50:

Afloramiento de la parte superior de la Formación Geológica Patiño, donde la predominancia de areniscas es la regla. Corresponde a la transición hacia la Formación Geológica Yaguarón. Como se puede observar presenta mucha perturbación tectónica y se encuentra en una gran falla entre la Ciudad de Luque y Areguá.

Llama la atención las flexuras expuestas, indicando los rigores de severos procesos tectónicos que prevalecieron, en tales improntas.

Los granos son predominantemente finos a medianos, con fuertes características eólicas y fuertemente pigmentados por materiales de naturaleza ferruginosa.

Es importante destacar que muchas estructuras están perdidas por los fuertes eventos tectono – magmáticos que se encargaron de borrar evidencias.

En ciertas condiciones especiales de intrusiones y emplazamientos de diques, desarrollaron las famosas meta – areniscas con disyunciones columnares, mal llamadas “Pseudo – traquitas” en este caso no se produjeron. El afloramiento tiene gran significancia como testigo del ambiente reinante, en aquel entonces.

- F51:

Formación Patiño de la Ciudad de Paraguarí, en el Departamento de Paraguarí. Ver mapas. En el Cerro Peró.

La toma fotográfica expone una pseudo – estratificación, con un paleo – relieve con declive hacia la izquierda, truncado por material de relleno, en una estructura vertical. Se puede apreciar una suerte de arreglo grosero en la depositación de algunos individuos líticos extremadamente caolinizados. Los fragmentos de arenisca son claramente diferenciables por sus agudas aristas muy resistentes a procesos de desgaste. Abundante es la matriz de naturaleza arcillosa caolínica principalmente, donde los procesos de permeabilidad no son posibles. Esto es común en la Formación Geológica Patiño, donde prevalecen los fragmentos de rocas ígneas alcalinas muy alteradas.

En la Formación Patiño la tendencia caótica es indicadora de procesos geológicos, rápidos, violentos, muy enérgicos, coexistiendo actividad tectónica y magmática, con formación intensiva de los receptáculos del tipo tafrogénico.

- F52:

Flanco nor – oeste del Cerro Perú de la Ciudad de Paraguari, en el Departamento de Paraguari.

Puede observarse claramente una interface entre los grandes bloques en la base y en la parte superior como una lluvia de fragmentos más pequeños, diseminados al azar, en una matriz arcillosa impermeable del tipo caolinítico, teñido con óxido férrico. Esta parte superior es de varios metros de espesor y está coronada por un casquete muy duro y litificado, con intenso fracturamiento vertical, que fue explotado en el pasado para obras viales. Esta parte superior corresponde la protección de los materiales inferiores, fácilmente erosionables y de baja competencia hacia los procesos intempéricos.

La Formación Patiño presenta normalmente cambios litológicos verticales y también laterales, aquí la Formación Patiño es un acuicludo y no un acuífero, lo que hace de barrera hidráulica antes de transmitirla para el aprovechamiento.

La parte superior puede transmitir agua por fracturas, de manera que se comporta como un “SAF”, o Sistema Acuífero Fracturado. En cualquiera de los casos su disposición es caótica altamente irregular.

- F53:

Cerro Ñanduá de la Jurisdicción de Itá, del Departamento Central. Ver mapas. Areniscas y cuarcitas ferruginosas de la Formación Geológica Yaguarón.

Se puede observar con gran claridad los movimientos esenciales de la corteza terrestre, con la formación de fallas de gran ángulo, produciendo el famoso mosaico de estilo germánico, que predomina en todo el Paraguay. Una vez más se confirma la generación de innumerables cuencas “TAFROGENICAS”, comunes en las áreas rígidas de la corteza terrestre.

La falla es vertical y ocupada en su parte inferior por un cuerpo magmático alterado, que actualmente se comporta como una barrera hidráulica por excelencia. Además. Estos cuerpos incorporan a las aguas subterráneas minerales y elementos metálicos, comprobados son el Plomo, Zinc, Manganeso, Hierro, etc.

El Cerro Ñanduá es el centro de una gran “Hemi – Crater” que ocupa toda la parte Oriental del Bloque de Asunción. Por sectores vastos esta formación está vitrificada, metamorfozada, donde el agua subterránea se transmite en un “SAF” o Sistema Acuífero Fracturado.

- F54:

Areniscas y cuarcitas de la Formación Geológica Yaguarón. Jurisdicción de la Ciudad de Itá. Cerro Ñandúa. Ver mapas.

En la fotografía se observa claramente una mineralización de minerales de manganeso por efectos epitermales. Estos son los responsables de contenidos metálicos disueltos en las aguas subterráneas del Acuífero Patiño. En éste lugar la principal permeabilidad se produce por fracturamiento. Las areniscas son de granulometría mediana a fina y vastas áreas afectadas por los procesos intensos de silicificación. La Formación Geológica es fuertemente ferruginosa según los análisis petrográficos realizados en ésta investigación. Algunos niveles estratigráficos presentan lechos de unos treinta centímetros de espesor, de materiales volcánicos finos ferruginosos, alternando con areniscas con brechas volcánicas, de manera que demuestra un origen claramente piroclástico, estratificado con intervención eólica y fluvial. Muchos materiales fueron soldados en el mismo emplazamiento y otros después de ser redepositados.

- F55:

Cerro Curupayty, visto en su ladera Norte. Jurisdicción de la Ciudad de Yaguarón, del Departamento Central. Ver mapas. Aquí la Formación Yaguarón se encuentra altamente modificada por extremos procesos metamórficos, tectónicos y magmáticos, a tal punto de convertirse el Acuífero Patiño en un “SAF” o Sistema Acuífero Fracturado, en donde la transmisividad está circunscripta al enjambre de fisuras intensamente tortuosas. Como puede verse claramente en la fotografía, la roca se fracciona en patrones concoidales, típicos de las cuarcitas. El Cerro Curupayty es un cráter adventicio, subordinado al gran cráter principal que contiene a las Ciudades de Itá y Yaguarón respectivamente. Posee una forma de media – luna, donde su cuello está relleno con material ígneo alterado y por partes caolinizado. Aparentemente colapsó hacia el flanco Sur – este- muchas cuñas de materiales profundos están emplazadas en el Cerro, debido a intrusiones que lo sobre – elevaron

(297 m.s.n.m.m.). El Acuífero Patiño es altamente anisotrópico debido a su historia geotectónica complicada, de manera a considerarlo según se presenta “TAFROGENICAMENTE”, nos dará el marco y escenarios de sus comportamientos.

- F56:

Afloramiento de la Formación Geológica Yaguarón, en el cause del Arroyo Mburicá. Barrio Tacumbú de la Ciudad de Asunción, cerca del Cerro Tacumbú – Departamento Central. Ver mapas. Se observan en forma clara, las múltiples decoloraciones sufridas por las areniscas en los procesos hidrotermales, especialmente a lo largo de fracturas. El manajo de llaves, utilizado en la escala, está sostenido en la silicificación de un inter – estrato. Llama poderosamente la atención las tubificaciones también decoloradas por el paso de fluidos hidrotermales y freáticos, altamente agresivos. Las tubificaciones y fracturas actualmente se hallan rellenas por materiales geológicos chaqueños que lo han soterrado, mientras que otros en profundidad son poderosos conductores de aguas subterráneas que se infiltran por lluvias, arroyos y el mismo río Paraguay. Además aquí la Formación Yaguarón presenta una gran permeabilidad poral, representada como el verdadero Acuífero Patiño, con granos gruesos a medianos, matriz ferruginosa, con abundantes pasos de aguas secundarios. Se debe destacar que estos afloramientos han sido recientemente basculados por los últimos proceso epirogénicos, que formaron los últimos mares epicontinentales del Chaco paraguayo, que actualmente están colmatados por el levantamiento del Cordón Andino. Las areniscas de la Formación Yaguarón en estas regiones, son llamativamente friables, demostrando movimiento de aguas poco recalentadas por el magmatismo, que afectaron solamente en las áreas de contacto. Aquí el acuífero es rico, con amplia franja de aereación, con tendencia isotrópica libre.

- F57:

Areniscas fluvio – eólicas de la Formación Geológica Yaguarón, con venas sub – verticales de silicificación, que subsisten a los procesos de erosión de la corriente salvaje del curso de agua. abundantes son las zonas decoloradas en los procesos de hidrotermalismo, también son abundantes las tubificaciones decoloradas por el paso de fluidos. Se puede apreciar claramente una fractura sub – vertical rellena con

material blanco chaqueño, cuando el afloramiento se hallaba hundido debajo del Chaco. El afloramiento corresponde a areniscas de granos medianos a finos, en matriz ferruginosa, está localizado en el Ycuá Bolí, que corresponde a una de las nacientes del Arroyo Mburicá, cerca del Cerro Tacumbú, Barrio Tacumbú, Ciudad de Asunción, en el Departamento Central. Ver mapas. Se debe destacar que estas fracturas se proyectan en profundidad como poderosos colectores de aguas servidas, contaminando las napas libres del Acuífero Patiño, no así las silicificadas que se hallan fuertemente selladas por torrentes de sílice hidrotermal. Esta es una importante zona de recarga del Acuífero Patiño que debe monitorearse para un manejo auto – sostenible del recurso.

- F58:

Afloramiento de arenisca fluvio – eólica, como testigo de erosión, en las cercanías de la intersección de las Calles General Santos y Félix Bogado, cerca del Barrio San Rafael, en la Jurisdicción de la Ciudad de Asunción. Son areniscas de granos medianos a finos, con poca matriz, casi de apariencia sacaroidal, de colores blanquecinos, friables, muy permeables, poco diagenizadas, factor que produjo casi su total desaparición por los procesos erosivos. Una buena representación de ésta Formación Geológica, que es parte superior del Acuífero Patiño, está en la zona cercana de la desembocadura en el Río Paraguay, del Arroyo Ytororó. Esta formación Geológica no es ferruginosa y aún no se encuentra nominada, corresponde a la última secuencia arenosa de la Formación Yaguarón y tiene buen desarrollo en el Chaco Argentino en profundidad, con abundante agua salada, en la Cuenca del Chaco. Como puede apreciarse en la fotografía también presenta tubificaciones parecidas a la Formación Yaguarón, y hasta la fecha es poco estudiada. Debe ser referenciada y propuesta dentro del marco del Código Estratigráfico Paraguayo. Al parecer su aparición se circunscribe a la parte Oeste del Bloque de Asunción; en la zona de Villa Hayes fue transformada a cuarcitas por el magmatismo de las nefelinitas Olivínicas Terciarias.

- F59:

Gran Bloque lanzado por procesos volcánicos explosivos, encontrado entre la Ciudad de Areguá y Caacupemí. Puede observarse en el corazón de la roca el verdadero color original, en los alrededores un color blanco por procesos hidrotermales que la

han decolorado. Estos bloques son abundantes en la divisoria de aguas del Cerro Chororí hacia el Nor – oeste. Los conductos por los que fueron lanzados, actualmente se encuentran cubiertos por suelos, arenas, arcillas, toscas y areniscas muy friables ferruginosas, mal clasificadas y de gran potencia. Puede ser que la Formación Geológica del (- F58:), que aún no fue nominada con rango Formacional, dentro del Código Estratigráfico, haya sido desintegrada en su mayor parte, por los procesos volcánicos explosivos y finalmente por erosión. Este bloque pudo ser parte de aquella Formación Geológica desaparecida en su mayor proporción. Bloques de este tipo están regados por todo el Bloque de Asunción y son fácilmente confundibles con las Formaciones Geológicas Ordovícicas y Silúricas. En los bordes del Cerro Verde del Chaco Paraguayo también se localizan bloques parecidos, muy metamorizados, que se los confunden con cuarcitas silúricas. El – F59 corresponde a una meta – arenisca de grano fino y posiblemente de origen eólico.

- F60:

Vista del frente de coladas basálticas más grandes del mundo, correspondiente a la Cordillera de Amambay, entre Pedro Juan Caballero y Capitan Bado – Departamento de Amambay, ver mapas. Estas rocas basálticas conforman los famosos “Trapps de Paraná” del Brasil Meridional, que alcanzan al Paraguay, Argentina y Uruguay. Las coladas están encimadas en forma de Meseta o “PLATEAU”, que se limita en escalones o “TRAPP”, en el idioma Sueco. Estas coladas de basaltos son de naturaleza intracratónica, de allí su alta contaminación por digestión de las rocas de caja. Estas formaciones basálticas en nuestro país, se denominan Formaciones Alto Paraná y se correlacionan con la Formación Serra Geral del Brasil. Son basaltos de tendencia toleitica, que fluyeron por mega – estructuras, tuvieron su paroxismo en el Periodo Geológico Cretácico. Las coladas basálticas fueron derramadas sobre un remanente franco erosionado de areniscas pérmicas y materiales Permo – carboníferos, ya perforados por chimeneas de rocas alcalinas vueltas a erosionar, conocidos como sedimentos de la interface piroclástica, que marcan un “Hiatus” de ambiente árido. Estas litologías conforman la Formación Patiño en todo el Paraguay y la Cuenca del Paraná. Su espesor aumenta en los mosaicos tectónicos muy subsidentes de harto hundimiento.

- F61:

Suelos arenosos potentes se localizan antes de alcanzar la cuesta basáltica del (- F60:). Los materiales corresponden a la fuerte erosión de las areniscas eólicas pre – basálticas. Muchos de estos suelos fueron digeridos por los torrentes de lavas, dosificándoles con altos porcentajes de sílice, hasta saturarlos. El mismo panorama que se observa en la toma fotográfica, ha quedado sepultado por los descomunales mares de basaltos que fueron derramados, sobre una corteza profundamente erosionada. Debajo de estos suelos encontramos areniscas, lutitas blancas permocarboníferas, enjambre de diques y cuerpos de rocas alcalinas erosionadas, asomos del cristalino y grandes estructuras que alimentaron a los Trapps de la Cuenca del Paraná. Muchas evidencias de la historia geológica están cubiertas por estos espesos suelos, algunas arenas fueron a formar modernas dunas activas, como las que se encuentran cerca de la Colonia Río Verde y Yaguareté Forest. La interpretación geológica del Paraguay en lo referente a las areniscas, queda extremadamente complicado, por los potentes suelos arenosos sepultados por coladas, contactos de areniscas de un periodo geológico, con areniscas de otro periodo geológico, cosa muy común en nuestro medio. Inclusive el cambio de la era Paleozoica a la Mesozoica, se complica por los materiales samíticos similares.

- F62:

Remanente de arenisca superior del Acuífero Patiño, que no ha podido resistir los severos procesos de desintegración a que ha sido sometida. Estas areniscas corresponden a una Formación Geológica, aún no propuesta formalmente. Después de ella se depositaron materiales pelíticos blancos, de contenidos muy salinos, que más tarde fueron barridos por procesos erosivos por la sobre – elevación del Bloque de Asunción; aunque remanentes están atrapados en los huecos generados en el Tectonismo, en los valles, en las fallas, en las fracturas y hasta impregnando materiales antiguos. El remanente de la toma fotográfica, se encuentra en la zona limítrofe de Lambaré – Asunción, en una de las áreas más urbanizadas, de manera que sus días están contados. Probablemente algunas de estas areniscas fueron modificadas por medio de emplazamientos ígneos, en forma de diques y capas,

transformando sus estructuras sedimentarias en meta – sedimentarias, conocidas con el nombre de meta – areniscas de disyunciones columnares o mal llamadas pseudo - traquitas. Muchos investigadores internacionales incluyen a las areniscas columnares, dentro de la Formación Patiño, aunque su modificación a otra roca, se haya producido en otra era de su formación original. Lo mismo ocurre con las rocas del Cerro Curupayty entre otros. (Ver – F55).

- F63:

Areniscas rojas, de granulometrías medianas a finas, de origen fluvio – eólico, correspondientes a la Formación Geológica Yaguarón, en el Barrio Tacumbú, Departamento Central, de la Ciudad de Asunción. Ejemplo patente del Acuífero Patiño, en su porción libre, donde puede observarse claramente una verdadera zona de recarga, donde el curso de agua es por excelencia perdedor. Los tubos donde antes corrieron soluciones hidrotermales, hoy día son activos ingresos de aguas superficiales, que alimentan las napas profundas. Puede observarse el agua entrando a través de los tubos, que en profundidad se convierten en potentes venas de aguas. El agua que viaja por estos conductos son extremadamente peligrosas, por no someterse a la franja de aereación que la purifica. También claramente se aprecian aureolas de contacto hidrotermal, alrededor de cada tubificación, donde las pelitas componentes, predominantemente son bentoníticas, indicando la proveniencia de ambientes volcánicos. Estas horadaciones fueron intrincadas vías, donde trascurrían fluidos químicos muy agresivos, que más tarde fueron ocupadas por materiales chaqueños durante el soterramiento. Esta es la porción del Acuífero Patiño, más rica en permeabilidad primaria y secundaria.

- F64:

Excavación realizada cerca de la intersección de las calles Chile y Manduvirá, de la Ciudad de Asunción del Departamento Central. Se observa claramente un potente suelo residual de la Formación Yaguarón, donde pueden apreciarse las tubificaciones, erosionadas en gruesos tubos, rellenos con materiales chaqueños. También se distingue unos 4 metros de espesor, de lo que se llama Tosca tipo “Madame Linch o Tosca Pititi”. La interface entre el Acuífero Patiño y la Formación Chaco, es una disconformidad Geológica, ocurrida en el último soterramiento del Bloque de Asunción, la Formación Geológica registrada en la toma fotográfica (-

F62:), está desaparecida por los procesos epirogénicos. En el Acuífero Patiño las discordancias geológicas son la regla, de manera que encontrar la columna litológica completa e intacta es muy difícil. Con respecto a la calidad del agua, podemos ver que la Formación Geológica del Chaco, en éste caso, es un sello protector para la entrada de contaminantes al acuífero libre, debido a que sus componentes son pelíticos. En el corte no se observa la roca madre que corresponde a la Formación Geológica Yaguarón, de manera que los materiales conformantes del Acuífero Patiño son proclives a la desintegración geológica.

- F65:

Cerca de Franco Ñú, rodeado por las nacientes del Arroyo Caañabé, hacia el Flanco Sur – oeste de la Cordillera de Ybytymi, del Departamento de Paraguarí, Jurisdicción de la Ciudad de Ybytymi. Ver mapas. Se localiza un afloramiento de la Formación Geológica Yaguarón, con poco intemperismo pero extremadamente fracturado, cubierto por medio metro de Tufitas recientes, las que en su parte superior están regadas de cantos rodados bien redondeados, de cuarzo, cuarcitas, areniscas metamorfizadas, etc.

La Formación Yaguarón es parte del Acuífero Patiño, ocupando aquí el Valle Tectónico del Caañabé o “Rift de Ybytymi”, el que se hunde entre dos Pilares Tectónicos, al Norte, Bloque Cordillera, con elevaciones de hasta 473 m.s.n.m.m. y al Sur, el Bloque de Cordillerita, con elevaciones de hasta 559 m.s.n.m.m., mientras que la máxima elevación de la Cordillera de Ybytymi, es de 400 m.s.n.m.m., de tal manera que creemos más apropiado llamarle a éste Valle Tectónico, con el nombre de: “Valle de Ybytymi o Rift de Ybytymi o Valle del Caañabé”. Este Rif se trunca abruptamente hacia el este, por la “Mega Cizalla Coronel Bogado” (Ver mapa). La arenisca Yaguarón, en profundidad se intercala con cuerpos basálticos alternados y terminan en profundidad con el Conglomerado Patiño o Formación Patiño, pero con clastos más pequeños.

- F66:

Hacia el final de la Calle Colón, existen zanjas y causes de aguas, como descarga del Acuífero Patiño.

En la toma fotográfica puede apreciarse una barranca vertical de la Formación Yaguarón, con areniscas sobre – saturadas de agua y la decoloración a través de las fracturas.

El afloramiento se localiza en el Barrio Tacumbú de la Ciudad de Asunción en el Departamento Central.

El agua que se observa al pie de las barrancas, es altamente contaminada, poniendo en peligro la calidad contenida en el Acuífero Patiño.

Como puede observarse la franja de aereación ya no puede purificar los ingresos acuosos, por la invasión de aguas negras.

La granulometría de estas areniscas es mediana a fina, muy permeables y fuertemente ferruginosas. El cemento es también ferruginoso y la matriz escasa, impregnada también con óxido de hierro.

Cerca de éste lugar se encontraron cavidades muy peligrosas, en cuanto a la tendencia de colapsos, al elevarse el manto freático.

En ésta área no se pudo localizar vestigios de la última Formación Geológica que cubriría en su parte alta, a la Formación Yaguarón del Acuífero Patiño.

- F67:

Cavernas colmatadas de sedimentos están emplazadas en profundidad, a través de las areniscas de la Formación Geológica Yaguarón, ubicadas cerca de la intersección de las Calle 15 de agosto y General José Eduvigis Díaz, Barrio General Díaz, de la Ciudad de Asunción del Departamento Central. Por éstos conductos corría el Río Paraguay. En profundidad éstos siguen existiendo y en condiciones de plena actividad. También en éstas areniscas se han encontrado bloques aislados de nefelinitas olivínicas, que probablemente fueron proyectados. Cuando éstas cavernas se encuentran activas constituyen un verdadero peligro de colapso, como aconteció en el año 1.980, en Barrio Obrero, tragando en el hundimiento, dos casas enteras. Las cavernas evolucionaron cavitando pequeñas tubificaciones o fracturas, algunas convirtiéndose en grandes salones, cuya bóveda evoluciona por desmoronamientos sucesivos. La senilidad de las cavernas está indicada por colmatación plena de las bóvedas y huecos. Generalmente los materiales del relleno en profundidad provinieron del Chaco, como también de la misma Formación Yaguarón. La referida red de cavernas profundas está poco estudiada, pero claro está, que es otro tipo de

permeabilidad del Acuífero Patiño de la Ciudad de Asunción, que también podría estar presente en otros lugares.

- F68:

Grandes tubificaciones rellenas con material pelítico, emplazados directamente en la roca anfitriona. Aquí la arenisca presenta severos indicadores que demuestran un largo proceso de intemperismo y erosión. La roca que hospeda la tubificación y sus rellenos, es una arenisca feldespática, de granulometría mediana a fina en algunas partes gruesa, de origen fluvio – eólica, con matriz algo arcillosa, cementada con óxido de hierro, muy friable, poco diagenizada, en sectores silicificada, en partes masiva y de alta permeabilidad. El afloramiento por excavación, estaba ubicado en las cercanías de la intersección de las Calles 14 de Mayo y de la Oliva, en el Centro de la Ciudad de Asunción, del Departamento Central. Llama poderosamente la atención, el hecho que la tubificación tenga una forma achatada, e inclinada con ángulo de 45 grados. Como puede verse la arenisca corresponde a la Formación Geológica Yaguarón, es un excelente transmisor de aguas subterráneas del Acuífero Patiño, su espesor en éste lugar se desconoce, pero es de gran potencia. Puede ser considerada ésta porción como un acuífero isotrópico. La tubificación de la fotografía, podría indicar un ladeo del Sub – bloque, dentro del Acuífero Patiño.

- F69:

Tubificaciones que dejaron de funcionar hace poco tiempo, que demuestran un replegamiento reciente de aguas subterráneas, por procesos epigénicos que bascularon el Bloque de Asunción. Las tubificaciones están emplazadas en los potentes suelos residuales de la Formación Geológica Yaguarón, conformada principalmente por areniscas masivas de origen fluvio – eólico. En éste suelo residual puede apreciarse claramente la penetración por las zonas porosas, de las pelitas chaqueñas que lo cubrían hasta hace poco. Esta manifestación apareció durante una excavación cercana a la intersección de las calles Piribebuy y Nuestra Señora de la Asunción, de la Ciudad de Asunción del Departamento Central. Aquí las tubificaciones se hallan vacías, lo que indica un tiempo juvenil de las mismas y llama la atención que ellas se encuentren ordenadas en una patrón horizontal, donde el levantamiento del Bloque ha sido sin ladeos. Como puede observarse el Acuífero

Patiño en éste Mosaico Tectónico a sufrido transformaciones del tipo Tafrogénico como era de esperar. En las partes donde los materiales chaqueños han penetrado en el Acuífero Patiño, la permeabilidad del mismo se reduce drásticamente, por actuar como sellos impermeables, ejemplo es la Tosca Madame Linch, con la consecuente mala calidad de aguas, si las tuviere.

- F70:

Manto de cenizas volcánicas que llovieron en los tiempos terciarios y cuaternarios, sobre todo el Paraguay y por alteración conformaron las Formaciones Geológicas chaqueñas, redepositados por los cursos de agua de la Cordillera Andina y de los nacidos en el “Plateau” del Oeste de la Cuenca de Paraná. La toma fotográfica corresponde al Sur del Bloque Cordillerita del Departamento de Paraguari. Las cenizas volcánicas terciarias y cuaternarias transgreden todos los terrenos geológicos, de manera que usarlas como horizontes guías son de gran utilidad. Estas cenizas son indicativas de los procesos tectonomagmáticos Andinos, de manera discordantes en muchos terrenos geológicos antiguos donde se depositaron pero advirtiendo una fuerte denudación, antes del evento. Estos mantos ya no deben considerarse como parte del Paquete del Acuífero Patiño, pero si parte de la Formación Geológica “Chaco”, discordante a las formaciones mesozoicas y paleozoicas, inclusive al basamento cristalino en muchos casos. Las cenizas volcánicas, también son conocidas como puzolanas y la consecuencia de su alteración, son arcillas expansivas.

- F71:

Mantos de hasta cuatro metros de espesor de cenizas volcánicas alteradas, se localizan en las márgenes del Río Paraguay. Las mismas fueron emplazadas durante el terciario y cuaternario, trasgrediendo terrenos geológicos antiguos, paleozoicos y mesozoicos. En los procesos de alteración, sufren disoluciones compuestos alcalinos que se infiltran en formaciones geológicas permeables, teniendo gran movilidad al incorporarse a las aguas subterráneas. El Bloque de Asunción, en su evolución subsidente, se ha cargado con éste tipo de material, penetrando profundamente en sus componentes fracturados, fallados, removidos, alterados, como así también en sub – cuencas y zonas de gran porosidad. La toma fotográfica ha sido obtenida, en la margen izquierda del Río Paraguay, a unos nueve kilómetros al Sur de la Ciudad de

Villeta, del Departamento Central. Estas Formaciones no deben ser consideradas partes de las conformantes del Acuífero Patiño, dado que corresponden a la Formación Geológica del Chaco.

- F72:

El Rift de Ybytymí, está cubierto por potentes mantos de cenizas volcánicas terciarias y cuaternarias, fuertemente alteradas y redepositadas por procesos fluvio – eólicos. La toma fotográfica ha sido obtenida en las nacientes del Arroyo Caañabé, jurisdicción de Ybytymí, del Departamento de Paraguari. Estas cenizas volcánicas cubren en forma discordante a los afloramientos de la Formación Geológica Yaguarón, que es la parte superior del Acuífero Patiño, alternándose con mantos de lavas, que le restan aptitudes como reservorios de aguas subterráneas. También en este Valle Tectónico, éstos materiales volcánicos cubren asomos de terrenos antiguos desde el punto de vista geológico. Los mantos de la fotografía son acuitardos y proveen poca agua del tipo salobre y salado, además en el lugar fotografiado hemos excavado y descubierto restos de fósiles pleistocénicos, del tipo armadillo gigante, inclusive vivieron en parte del eoceno. Los restos corresponden al Gliptodonte que se extinguió en el holoceno temprano. Este gran Rift alberga al Acuífero Patiño, con sus Formaciones Geológicas Patiño y Yaguarón, alternando con coladas de basaltos alcalinos.

- F73:

Entre los tantos ensayos realizados en ésta investigación, se puede apreciar en la toma fotográfica, el trabajo con las muestras recolectadas, sus descripciones, sus categorizaciones, tipificaciones, sus selecciones para los tratamientos, determinaciones, elecciones de ensayos y análisis, de acuerdo al cronograma establecido, sin perder de vista los montos fijados por cada ítems del Proyecto propuesto. Las muestras pasaban los procesos del laboratorio de acuerdo a las calidades esperadas para su determinación.

Las muestras obtenidas en el campo recibían un código de campaña y una vez ingresadas en los laboratorios recibían un nuevo código para los diferentes procesos. Se trataron muestras de aguas, muestras de minerales, muestras de suelos y muestras de rocas.

El factor limitante para las determinaciones analíticas, fue el financiero que se optimizó dentro de las posibilidades.

Colaboraron en las determinaciones, laboratorios del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, laboratorios de la Universidad Nacional de Asunción y laboratorios del Sector Privado.

- F74:

En excavaciones cerca del Paraje Chauria, jurisdicción de la Ciudad de la Colmena, del Departamento de Paraguari, se hallaron gigantescos fósiles mamíferos, que prevalecieron en el pleistoceno y que se extinguieron masivamente hace 10.000 años en América del Sur. En estos tiempos era la regla en esta parte del Continente grandes cambios climáticos, asociados a periodos de glaciaciones. Probablemente los periodos de glaciaciones continentales se debieron a las grandes proyecciones de cenizas, asociados a los fenómenos tectonomagmáticos andinos, que fueron epicéntricos en la Cordillera de los Andes, pero también tenía eventos sincrónicos hacia éste lado del Continente Sud – americano.

En la fotografía se observa el fragmento extremo de un gigantesco “Fémur”, clasificado por un especialista contratado para la expedición. El descubrimiento se dio en el Gran Rift de Ybytymí, sobre el labio subsidente de la geo – estructura (campo de lavas).

- F75:

Afloramientos del Acuífero Patiño cerca de la costa del Río Paraguay, unos kilómetros al Sur de Itá Pytá Punta, del Departamento Central, en la Ciudad de Asunción .

Estos materiales rocosos pasan al otro lado del Río Paraguay, en franco hundimiento y con invasión de aguas subterráneas saladas de la Cuenca Chaqueña. El Río Paraguay erosionó al extremo Oeste del Bloque de Asunción, aprovechando una falla geológica, asociada a cuencas tafrogénicas, con fallas de gran ángulo, como puede apreciarse en la toma fotográfica. Probablemente la falla del Río Paraguay constituye una descomunal barrera hidráulica, que por ahora protege al Bloque de Asunción, de una entrada masiva de agua subterránea salada hacia el Bloque de Asunción. Los materiales a ambos lados del Río son los mismos, pero las aguas almacenadas no, felizmente.

- F76:

El Peñón de Piquete – cué es un vivo testimonio de una pasada interconexión del Acuífero Patiño, hundido en la Cuenca del Chaco y la porción sobreelevada en el Bloque de Asunción. Este afloramiento se encuentra en el Río Paraguay, en el límite departamental del Departamento Central y el de Presidente Hayes. Se debe poner mucha atención al hecho de que el mismo está más desplazado hacia el Chaco que hacia la región oriental, indicando una descomunal falla geológica, que apartó ambos bloques, el Occidental hundido y el Oriental Sobre – elevado. Pozos de exploración petrolífera han localizado éstas formaciones geológica a 1.500 y 2.500 metros de profundidad en el Chaco Occidental. Las areniscas del Peñón, siguen actualmente siendo erosionadas por el Río Paraguay, su resistencia se debe a los intensos procesos de silicificación que obraron sobre ellas, son de origen fluvio – eólico, de granulometría mediana a fina, dispuestas en gruesos bancos masivos, matriz arcillo – limosa hematítica, cementada por óxido de hierro, medianamente seleccionadas, sometidas a procesos diagénicos de baja intensidad y de ambiente puramente continental. Las areniscas del Peñón corresponden a la Formación Geológica Yaguarón, que conforma uno de los niveles del Acuífero Patiño, ellas también afloran del lado boliviano.

- F77:

Abundantes ensayos, pruebas y análisis, se realizaron durante el transcurso de la presente investigación. En la toma fotográfica puede apreciarse a una geóloga realizando ensayos en un molino de discos de alta revolución, aquí los materiales fueron profundamente disgregados, más tarde tamizados y llevados a soluciones, monitoreadas por una semana, con el fin de estudiar los grados de solubilidades, estudios de conductividades versus “PH”, gracias al apoyo de los estudios laboratoriales, se pudieron realizar interpretaciones mineralógicas, geológicas, aplicadas a la hidrogeología.

Ensayos y análisis que no podían ser finiquitados en un laboratorio, se complementaban con otros que tenían el equipamiento y el personal capacitado para el efecto.

Los conductímetros utilizados son de los laboratorios de la Universidad Nacional de Asunción – UNA, así como también los detectores del “PH”.

Otros análisis fueron realizados por consultores hidro – geólogos del sector privado.

- F78:

Vista lejana del Cerro que dio el nombre al Acuífero Patiño; el Cerro Patiño se localiza en la jurisdicción de Itauguá, en el Pueblo llamado Patiño, en el Departamento Central. Ver mapa. Su edad geológica es mesozoica y está conformado por dos formaciones geológicas principales, que subsistieron a los fenómenos geo – tectónicos. Una basal denominada según el código estratigráfico paraguayo, con el nombre de: “Formación Patiño o Conglomerado Patiño” y otra superpuesta denominada con el nombre de: “Formación Yaguarón o Arenisca Yaguarón”. El conjunto de ambos paquetes estratigráficos, conforman el “Acuífero Patiño”, ya por extensión. Las areniscas Yaguarón por lo general, forman bancos gruesos de areniscas masivas, que pueden ser consideradas, como la porción isotrópica del Acuífero Patiño, no así la Formación Patiño, por constituir conglomerados, fanolomerados y aglomerados, de grandes abanicos ubicados en estructuras geo – tectónicas inestables, con fuerte tendencia piroclástica. El ambiente inestable de su formación, hace que tenga una disposición caótica, anisotrópica, de acentuada connotación tafrogénica. Así la parte basal del Acuífero Patiño, es imprevisible desde el punto de vista hidrogeológico.

- F79:

Vista nor – oriental del Valle de Ypacarai, ocupando el flanco nor – oriental del Rift de Asunción, que se estrangula en su extremo sur – este, donde se puede observar el punto de cierre, hacia el lado centro – derecho, en el horizonte de la toma fotográfica (Ver mapas). También puede advertirse, en el flanco nor – este del Valle de Ypacarai, una línea de costa sinuosa, evolucionando por erosión, antes que por tectonismo, la erosión avanza en sentido nor – este, alejándose de la falla oriental del Rift de Asunción. Todos los materiales geológicos que alguna vez ocuparon el lugar del Lago de Ypacarai, ahora están en la fosa tectónica del Bloque de Asunción, que actualmente es el Acuífero Patiño. Por ese motivo el Acuífero Patiño es considerado como un acuífero tectónico y no de cuencas sedimentarias clásicas. La falla oriental del Rift de Asunción, se inició a finales del paleozoico, con fuerte tendencia

“Tafrogénica”, actuando sobre terrenos que anteriormente fueron sometidos a tectonismo antiguo, donde prevalecían los procesos de fallamientos de bajo ángulo. La porción nor – oeste del gran Rift de Asunción está perdida en el fondo de la Gran Cuenca del Chaco (ver – F76).

- F80:

Vista del Rift de Ybytymí, obtenida desde el “Bloque Tectónico Cordillerita”. En la porción izquierda del horizonte se aprecia la Cordillera de Ybytymí, que es una grieta, en medio de campos de lavas que llenaron el Valle del Caañabé, durante el mesozoico. La Cordillera de Ybytymí, es un mega dique, que se erige en medio de la porción hundida del Rift de Ybytymí, que posee basaltos en forma de “Trapp”, inter – estratificados con las areniscas de Yaguarón, que conforman el Acuífero Patiño. Los caudales de aguas subterráneas esperados en estos Trapps, no son muy abundantes, debido a la compacidad de la roca volcánica. Es menester mencionar que el macizo que se observa en el horizonte, hacia la derecha, es el macizo del Grupo Caacupé, que en su parte más elevada forma el Salto del verdadero Cristal. En su extremo más oriental, termina abruptamente al hacer contacto con la “Mega Cizalla Coronel Bogado” (Ver mapa). En el centro del horizonte se puede apreciar la gran planicie del Valle del Río Tebycuary – mí, donde se trunca el Rift de Ybytymí, lindero oriental de la “Mega Cizalla Coronel Bogado”, estructura que moldea geológicamente al Paraguay.

- F81:

Gigantesco campo de lava, cuyas coladas se emplazan en forma de “Trapps”, con areniscas inter – trapeanas o inter – trapps. La llanura enrazada por derrames sucesivos de lavas basálticas, es el punto de encuentro entre el Rift de Asunción y el Rift de Ybytymí. En la llanura corre el Arroyo Caañabé, abriéndose paso entre cenizas volcánicas alteradas en su mayoría. En el centro del horizonte se erige el descomunal cráter del Cerro Acahay, a su izquierda, en medio del campo de lavas se erige el “Plug” volcánico de Yarigua – á, luego a la izquierda de este, puede observarse un volcán en escudo, que corresponde al famoso “Cerro Porteño” (Ver mapa).

La toma fotográfica fue lograda, de la cumbre del Cerro Perú, de la Ciudad de Paraguarí, donde se estrangulan ambos “Rifts” y ángulo más agudo del Bloque de

Asunción. En el extremo derecho del horizonte se aprecia, el Cerro de Rocas Alcalinas “Ybypyté” y entre éste y el Cerro Acahay, se observa el macizo tectónico, de rocas del Grupo Caacupé. En la toma fotográfica es clara y notoria, la región hundida por el tectonismo acaecido entre las eras paleozoicas y mesozoicas. Estas fosas eran el comienzo de océanos que no pudieron concretarse por cambios geológicos globales.

