

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**  
**TRABAJO DE GRADO**

**POTENCIAL ESTIMATIVO DE YACIMIENTO DE URANIO, DEL**  
**ÁREA DE CAAZAPÁ- PARAGUAY**

**Alumno** : Enrique Alberto Báez

**Profesor Orientador** : MSc. Narciso Cubas.

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la  
Universidad Nacional de Asunción para la Obtención del Título de Licenciatura en  
Ciencias Mención Geología, Departamento de Geología

**Universidad Nacional de Asunción**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**San Lorenzo-Ciudad Universitaria-Paraguay**  
**Diciembre – 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y Padre de mi Señor Jesucristo, por darme la oportunidad de terminar la carrera de Geología, y por iluminarme en todo momento por darme la fuerza necesaria para llegar a la meta y ser siempre mi guía.

A mi familia, esposa e hijos.

A los hermanos de la Iglesia Filadelfia.

Al Prof. MSc. Narciso Cubas, por su ayuda y apoyo que me brindó para la realización de este trabajo.

Al Director del Departamento de Geología Lic. Alfredo Garcete, y al Prof. Lic. Diego López, por su continuo asesoramiento a lo largo de toda mi carrera.

## RESUMEN

El potencial estimativo del yacimiento de uranio del área de Caazapá Paraguay, se ha constituido como unas de las principales herramientas de este trabajo de grado, luego de una exhaustiva investigación en base a la reinterpretación de trabajos anteriores de los registros de anomalías radiométricas, gamma natural (cps), Potencial espontaneo (SP) y resistividad normal (16" y 64"), realizadas por la empresa minera Anschutz TAC, 1979. Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de determinar la ocurrencia de fuertes indicios de niveles de anomalías del prospecto de Caazapá, para verificar la existencia o no de un posible potencial de yacimiento de uranio en nuestro país. Se realizaron una reinterpretación de registros de pozos del área del prospecto Caazapá, así como la reinterpretación de mapas de anomalías radiométricas hechas por la TAC, 1979. Investigando respecto a las unidades sedimentarias del Permocarbonífero Superior (UPC), y Permocarbonífero inferior (LPC). A través del perfilaje geofísico de los pozos que se registra los informes de la Anschutz, se determinaron la anomalía, y la abundancia isotópica de iones de uranio U4+ que precipita en frente reductor que verifica el Frente Rollfront entre San Antonio y Yuti, que fue explorada por la compañía Anschutz. Los resultados se compararon por el marco teórico, y normas estándar internacionales. Como resultados se obtuvieron la ocurrencia de fuertes indicios de anomalía radiométricas, reinterpretados en base a registros de pozos anteriores de hechos por la Anschutz.

# LISTA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
PORTADA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. OBJETIVOS.....	6
4.1 General.....	6
4.2 Específicos.....	6
5. HIPOTESIS.....	7
6. MARCO TEORICO.....	8
6.1 Depósitos de uranio, tipo <i>Roll-front</i> .....	8
7. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	10
7.1 Ubicación.....	10
7.2 Accesos.....	10
7.3 Limites.....	11
7.4 Hidrografía.....	11
7.5 Orografía y Suelos.....	11
8. ANÁLISIS DE INFORMACIONES ANTERIORES.....	12
8.1 Geología regional.....	12
8.2 Geología local.....	13
8.2.1 Estratigrafía.....	14
8.2.1.1 Edades y litologías.....	15
8.2.1.2 Unidades Estratigráficas en el área del Prospecto Caazapá.....	16
8.2.1.2.1 Formación Alto Paraná.....	16
8.2.1.2.2 Formación Cabacua.....	16
8.2.1.2.3 Formación Tapyta.....	17
8.2.1.2.4 Formación Tacuary.....	17
8.2.1.2.5 Formación San Miguel.....	17
8.2.1.2.6 Formación Coronel Oviedo.....	17

8.2.2 Hidrogeología.....	17
8.2.2.1 Acuífero Coronel Oviedo.....	17
8.2.2.2 Acuífero Independencia.....	17
8.2.2.3 Acuífero Guaraní.....	18
8.3 Resumen de la litología del Pozo 371-T 3.....	18
9. METODOLOGÍA: Reinterpretación y evaluación del potencial uranífero ubicado en el área NE de la ciudad de Caazapá.....	19
9.1 Trabajo de Gabinete.....	19
9.1.1 Antecedentes de trabajos ya realizados por la (TAC).....	19
9.1.2 Perfilaje geofísico de pozo.....	20
10. CONCLUSIÓN.....	24
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

## LISTA DE FIGURA

	<b>Página</b>
Figura 1: Localización del departamento de Caazapá, en mapa Político del Paraguay. Caazapá – Yuty.....	2
Figura 2: Mapa de Caazapá, Paraguay. División Política.....	2
Figura 3: Mapa de ubicación del prospecto Caazapá, con anomalías radiométricas TAC (1979).....	4
Figura 4: Perfil de modelo de depósito de Uranio del tipo “Roll-front” localizado en areniscas, modificado por Reynolds y Goldhaber (1978).....	9
Figura 5: Mapa de ubicación del área de Caazapá obtenido de la publicación de internet de la empresa de Exploración de uranio UrAmerica’s properties (2014).....	10
Figura 6: Mapa geológico de la República del Paraguay del M.O.P.C. Actualizado al 09/2014.....	13
Figura 7: Distribución de Sedimentos Pérmicos y Carboníferos de la Cuenca del Paraná. Modificado por TAC (1979).....	14
Figura 8: Unidades Estratigráficas de la región Oriental del Paraguay. Fuente Geología del paraguay.com.....	15
Figura 9: Mapa geológico del departamento de Caazapá, por M.O.P.C. Año 1.996.....	16
Figura 10: Columna estratigráfica del pozo T 3.....	18
Figura 11: Columna del perfil geofísico del pozo RD-108.....	20
Figura 12: Correlación de pozos estratigráficos entre Yuty y San Antonio.....	21
Figura 13: Análisis de mineralizaciones de Uranio del pozo 371 T-58. Ubicado en la Ciudad de Caazapá.....	22
Figura 14: Mapa de Anomalía del Área de Estudio de Caazapá.....	22
Figura 15: Mapa base de la estructura UPC.....	23

# 1. INTRODUCCIÓN

En base a reinterpretación de datos obtenidos de trabajos anteriores de prospección y exploración mineral, realizado al NE de la ciudad de Caazapá, la cual se inició a través de exploración de uranio en 1976 por la Corporación Anschutz; que realizo variados trabajos geológicos de exploración, tales como radiometría aerotransportadas, mapeo geológico regional y muestreo geoquímico, que fueron las principales herramientas para la exploración de uranio, en el sureste de Paraguay.

Este tipo de investigación en la búsqueda de uranio en el Paraguay, fue seguido en marcha por la perforación de diversos pozos en el área de Caazapá, en el que ha utilizado métodos de sistema rotativo con circulación directa, rotoperCUSión con fluido aire y agua, que delineó un recurso inferido de 2M libras  $U_3O_8$  (Programa de Perforación de Wildhorse Energy S.A. año 2007) Se puede inferir que Paraguay alberga el depósito de uranio similar al depósito de uranio de Figueira en Brasil.

El área de estudio presenta una litoestratigrafía sedimentaria de unidades del Permo-carbonífero. Estas unidades sedimentarias formadas en su mayor parte por areniscas, se han depositado en ambientes continental y marino compuestas por cuatro formaciones. Es de suponer que las condiciones geológicas presenten la posibilidad de albergar minerales de uranio; además de la buena porosidad de estas areniscas, y como lo demuestra la exploración anterior.

La fuente del uranio podría haber sido depositado por las secuencias marinas glacial Pérmico-Carbonífero inferior de la Formación Coronel Oviedo.

También cabe destacar que este trabajo es un requisito para obtener el título de grado de licenciado en ciencias mención-Geología.



Figura 1: Localización del departamento de Caazapá, en mapa Político del Paraguay. Caazapá – Yuty.

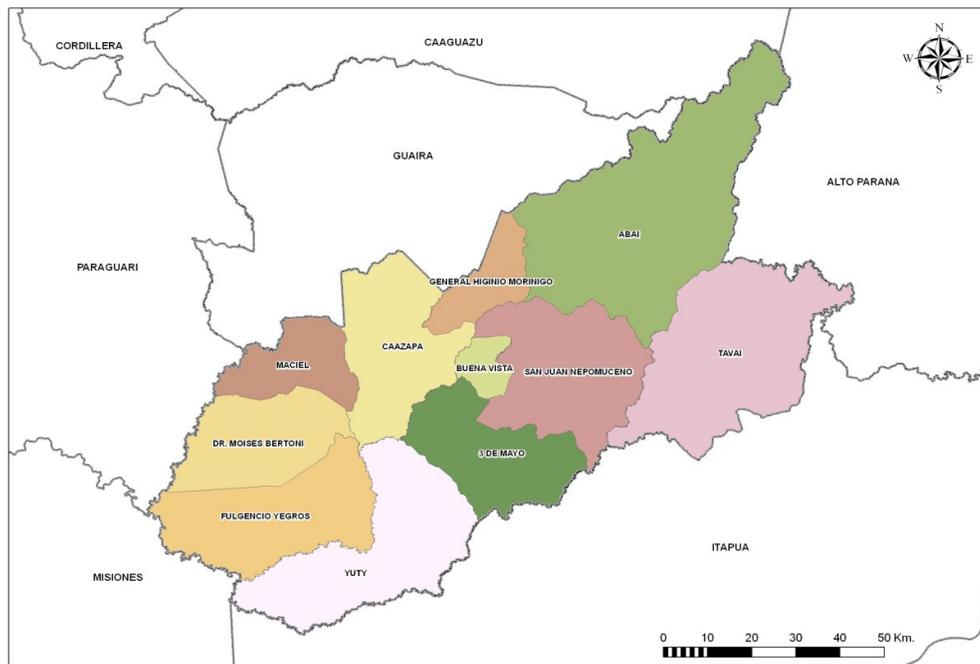


Figura 2: Mapa de Caazapá, Paraguay. División Política

## 2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los problemas que presenta el área de Caazapá, es la escasa información geológica que se pueda adquirir, debido a que ni siquiera se cuenta con un texto explicativo del área, excepto los trabajos realizados de algunas compañías mineras.

Los problemas que se plantean al explicar la génesis o procedencia del uranio, contenidos en rocas sedimentarias de grano fino de edad Carbonífero Superior (Fm Cnel. Oviedo); ha sido analizada por la compañía Anschutz Corporation 1979, que realizó serios trabajos de investigación geofísica y geológica, y con estudios químicos de los materiales extraídos de perforación, para ver si podían ser ellos la fuente del uranio que da lugar posteriormente a las mineralizaciones, y con este fin se lograría controlar algunos posibles factores de errores que se pueden producir al efectuar la demostración sistemática de la columna litoestratigráficas, tomadas de distintas profundidades, sobre las litologías más características del área de Caazapá, que es de interés para conocer, las rocas con contenidos anómalos de U y Th. Partiendo como base el área de Caazapá-Buena Vista., que fue mapeado por A. Bogda, y compilado en el reportaje de D. S. Hutchison (1979); como se muestra en la placa C-9-I, (Figura 2) en base al área de proyecto de estudio, está sustentada principalmente por los sedimentos inferior y superior de la secuencia Permocarbonífero.

Otra problemática sería demostrar qué tipo de roca presenta mayor contenido medio en uranio, y su ubicación respecto a la superficie, y si su relación de uranio se aproxima o supera el rango normal, para ser considerado un potencial de yacimiento económico.

La tercera dificultad sería establecer gestiones geopolíticas, para realizar una campaña de concienciación social, con el objetivo de evitar posibles resistencias a nivel poblacional, en el proceso de una futura explotación de depósitos uraníferos.

Y por último, se debe tener en cuenta la peligrosidad de los residuos al explotar un yacimiento uranífero, debido a sus muchas aplicaciones, como por ejemplo es el caso de las centrales nucleares, pues no contaminan la atmósfera, sin embargo, generan

una gran cantidad de residuos radiactivos. Estos residuos son perjudiciales para la salud y el medio ambiente, por lo tanto, deben ser almacenados en áreas de alta seguridad por cientos o millones de años.

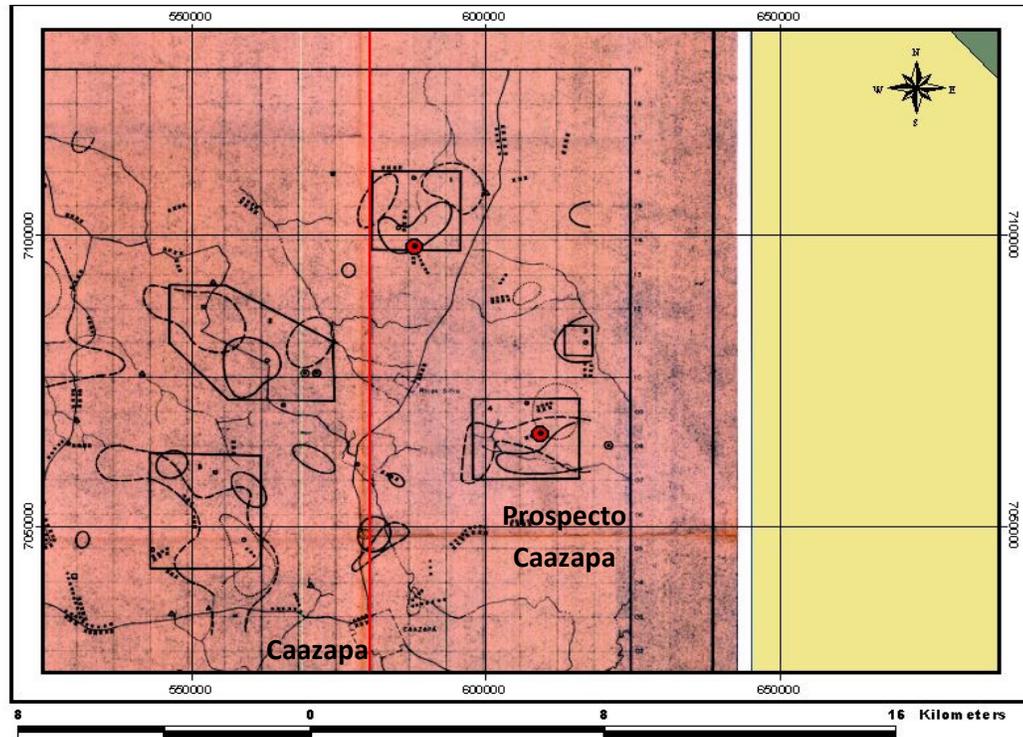


Figura 3: Mapa de ubicación del prospecto Caazapá, con anomalías radiométricas TAC (1979)

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Surge como alternativa estudiar los antecedentes de registros geológicos realizados por la compañía exploradora de uranio The Anschutz Corporation (TAC), que ha realizado grandes inversiones en trabajos geofísicos, geológicos y geoquímicos, entre los años 1975 a 1983, en la investigación de localizar posibles yacimientos del potencial de minerales de uranio, porque la continuidad del estudio geológico del lugar, justifica la alternativa de la rentabilidad de un modelo económico de explotar el mineral de uranio, como sustituto del petróleo como fuente de energía, ya que Paraguay no cuenta actualmente con yacimientos petrolíferos, ni ningún tipo de hidrocarburos.

La realización del presente estudio es poder generar el aporte de información geológica respecto a los fuertes indicios de anomalía de uranio y torio de la zona de Caazapá, para conocer las condiciones de favorabilidad uranífera de la región, desde el punto de vista geológico y económico.

Otra razón por la que justifica el reconocimiento geológico del potencial estimativo de yacimientos de uranio del área de Caazapá, es porque es un requisito del Trabajo de Grado, de la carrera de geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNA.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Evaluar el potencial uranífero ubicado en el área NE de la ciudad de Caazapá, basado en reconocimiento de anomalías correspondientes a mineralizaciones de uranio y en trabajos anteriores de compañías mineras.

### **4.2 Específicos**

Recolectar información bibliográfica de la zona ubicada al NE de la ciudad de Caazapá.

Reinterpretar el perfilaje geofísico de los pozos, y los registros de gamma natural, potencial espontaneo y de resistividad, de los pozos de la compañía minera de uranio The Anschutz Corporation (TAC).

Realizar una correlación geológica de la anomalía de algunos pozos del área de Caazapá y Yuty, realizada por la (TAC), e indicar y evaluar la probabilidad del área que presenta mayor indicio de anomalía, para facilitar el reconocimiento geológico, de una estimación más apropiada de un posible yacimiento uranífero.

## 5. HIPOTESIS

Ho: El modelo propuesto para el yacimiento de uranio en Paraguay, es del tipo Roll Front, en la cual la roca sedimentaria es permeable y presenta características físicas particulares, que definen los límites oxido-reductores, que determinan la precipitación del U en los poros, además de estar íntimamente relacionado a la dirección del flujo del agua subterránea, debido a las condiciones del Acuífero Independencia, que ocupa la región NE de Caazapá.

Ha: El modelo propuesto para el yacimiento de uranio en Paraguay, no es del tipo *Roll front*, en la cual la roca sedimentaria no presenta la permeabilidad y características físicas particulares, que definen los límites oxido-reductores, que determinan la precipitación del U en los poros, además de no estar íntimamente relacionado a la dirección del flujo del agua subterránea, debido a las condiciones del Acuífero Independencia, que ocupa la región NE de Caazapá.

## 6. MARCO TEORICO

### 6.1 Depósitos de uranio, tipo *Roll-front*

Se trata de un depósito epigenético, formado después del depósito de la roca sedimentaria huésped. La roca huésped de las menas que más las caracteriza, uraníferos en areniscas de canales marinos, o fluviales fósiles, constituyéndose de areniscas permeables, especialmente conglomeráticas. Rocas menos permeables tales como rocas pelíticas, que generalmente rodean las areniscas permeables (Castella, 2009).

Los minerales primarios de uranio, los más importantes son '*Pechblende*'  $UO_2$  y Coffinita  $[(USiO_4)_{1-x}(CH)_{4x}]$ .

Las condiciones paleoclimáticas establecidas en el tiempo de sedimentación del mineral es fundamental, debido a que la presencia de vegetación y un frecuente reprocesamiento a través de los afluentes, puede hacer que una cantidad óptima de materia orgánica se encuentre mezclada con los sedimentos, donde los procesos de descomposición de la materia orgánica favorece un ambiente reductor.

Según estudios petrográficos los sedimentos que contienen mineralizaciones de uranio, se derivaron a menudo de áreas graníticas, que a través de la meteorización de los granitos, el uranio presente en concentraciones de trazas de este mineral, la cual se oxida formando el catión  $U^{6+}$ , lo cual es "soluble" en gradiente hídrico o soluciones acuosas. De esta forma el uranio migra por la cuenca de sedimentación hacia un acuífero, pudiendo llegar hasta el mar. Pero cuando poco debajo del límite entre agua y sedimento, el uranio llega en contacto con las condiciones reductoras de sedimentos ricos en materia orgánica, el uranio puede acumularse en el sedimento. Si el uranio diluido en las soluciones en forma de  $U^{6+}$  llega a las condiciones reductoras, se convierte por reducción en  $U^{4+}$  "no soluble" y por consiguiente es precipitado.

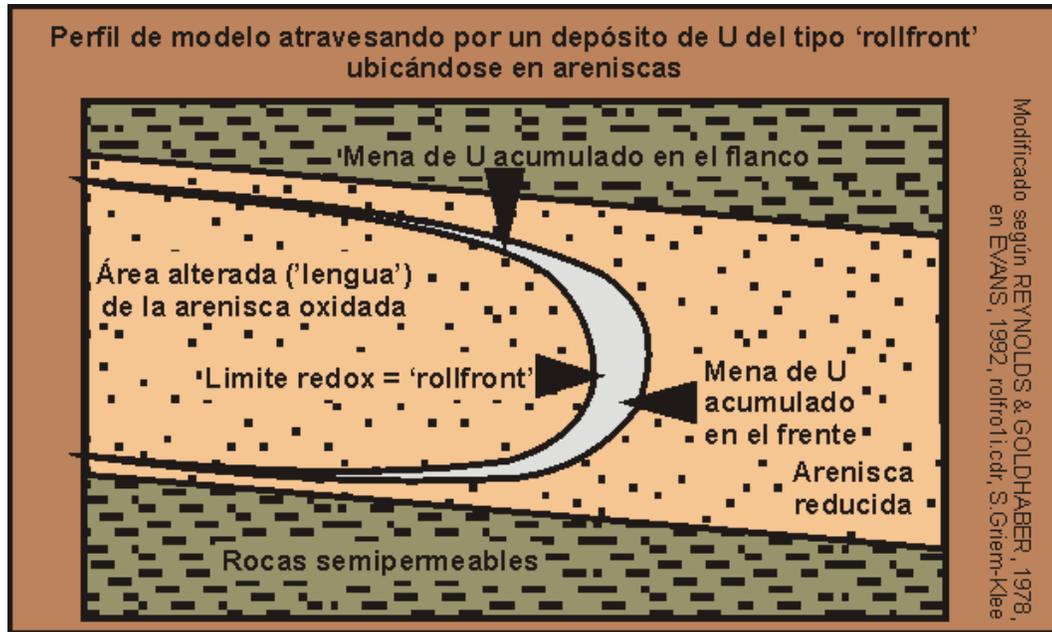


Figura 4: Perfil de modelo de depósito de Uranio del tipo "Roll-front" localizado en areniscas, modificado por Reynolds y Goldhaber (1978).

Cuando las aguas ricas en oxígeno penetran por el ambiente reductor del sedimento, se genera una zona irregular de forma de lengua de sedimento oxidado. En un perfil el límite entre el sedimento oxidado y el sedimento reducido, es igual al límite redox; que tiene contornos cilíndricos, conocido como, el frente del "roll-front" que corta los estratos de la roca huésped, y se inclina levemente hacia las rocas reducidas subyacentes. Un aporte continuo o episódico de agua subterránea rica en oxígeno, provoca la solución y la redepositación de uranio, y en consecuencia una migración del 'roll-front' (límite redox), a favor del 'paleodeclive' (declive antiguo presente en el momento de la formación del roll-front). A este proceso se debe la acumulación del uranio cerca del frente cóncavo, y en forma menos pronunciada en las rocas reducidas cerca de los flancos superior e inferior a la media luna del roll-front. Los fenómenos posteriores de reducción y de oxidación pueden modificar el "roll-front" y cubrir las condiciones originales de reducción y oxidación.

## 7. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

### 7.1 Ubicación

La Ciudad de Caazapá está ubicada en la porción centro sur de la región Oriental del Paraguay. En coordenadas (UTM) el área de estudio delimita, al Norte: 7103000-7120000 m; y Este: 56200-57300 m.

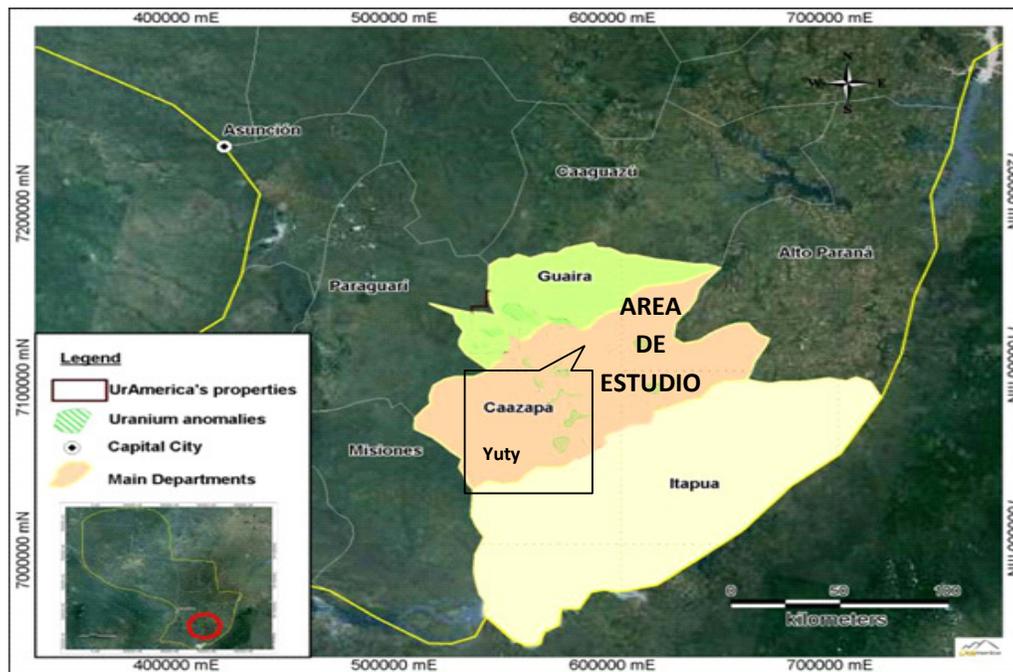


Figura 5: Mapa de ubicación del área de Caazapá obtenido de la publicación de internet de la empresa de Exploración de uranio UrAmerica's properties (2014).

### 7.2 Accesos

Como acceso se tiene la ruta N° 8 Dr. Blas Garay, que se encuentra a 224 kilómetros de la Capital Asunción, y se accede al lugar pasando por Villarrica desde el cruce internacional de Coronel Oviedo.

El área de estudios de la Ciudad de Caazapá, Paraguay, abarca una amplia área total de aproximadamente 10.400 kilómetros cuadrados, en el año 1979, que se encuentra dentro de la mitad sur de la zona de Concesión TAC, en departamentos de

Caazapá e Itapúa, el acceso a la zona es por camino de tierra desde Villarrica en el norte, o de Coronel Bogado en el sur.

### **7.3 Limites**

El departamento de Caazapá, está situado al SE de la Región Oriental del Paraguay, entre los paralelos 25° 30' y 26° 45' de latitud sur y entre los meridianos 55° 15' y 56° 45' de longitud oeste. Al Norte: limita con los departamentos de Guairá y Caaguazú. Al Sur: limita con el departamento de Itapúa. Al Este: limita con el departamento de Alto Paraná. Al Oeste: limita con los departamentos de Misiones y Paraguari.

### **7.4 Hidrografía**

El Río Tebicuary recorre de este a oeste, el sur del departamento de Caazapá, y marca una parte del límite con el territorio del departamento de Itapúa. El Río Tebicuary—mí marca el territorio con el departamento de Paraguari. El Río Pirapó desemboca en el Río Tebicuary, en el centro del departamento. En Caazapá también se encuentran las nacientes de los arroyos Capiibary e Ypety y los arroyos Iñaro, Guazú y Charará.

### **7.5 Orografía y Suelos**

Predominan las areniscas y tilitas del Carbonífero, de origen fluvial y glaciar. Las extensas planicies se alternan con suaves lomadas que no pasan los 200 m, y se elevan hacia la Cordillera del Ybyturuzú. La Cordillera de Caaguazú, sus ramales, Ybyturuzú, Monte Rosario y San Rafael, cruza de este a oeste todo el departamento, con cerros de mediana altura como el Mbatoví, Ñú Cañy, Pacurí y Morotí. Esta cordillera marca el territorio en dos zonas bien diferenciadas, al noroeste, terrenos bajos, esteros y campos de cultivos y pastizales; en el sureste, con terrenos ondulados y elevados, cubierto de bosques.

## **8. ANÁLISIS DE INFORMACIONES ANTERIORES**

### **8.1 Geología regional**

Los lineamientos NW-SE que se observan en mapas geológicos a nivel regional, corresponden a zonas de anomalías magnéticas. Se puede apreciar que el área de Estudio se ubica al SE del Paraguay Oriental, a lo largo del límite Oeste de la Cuenca del Paraná, que se extiende hacia el Sur, abarcando regiones del Norte de Argentina y Uruguay; ocupa también el SW del Brasil, y la región Este del Paraguay.

La Cuenca del Paraná es de tipo intracratónica, con una depresión estructural de 1.200.000 Kilómetros cuadrados, que tiene un eje central de dirección NE-SW, que ha sido afectado por tectónica distensiva.

Las rocas que constituyen el basamento de la cuenca del Paraná, es de edad Cámbrica a Precámbrica, y ocupa el límite Occidental de la Cuenca en Paraguay, expuestas a lo largo del Alto de Asunción. La Cuenca del Paraná posee cerca de 6000 metros de sedimentos, de edades que varían desde el Paleozoico hasta el Cenozoico. La Cuenca del Paraná tiene predominancia de una cubierta de rocas basálticas toleíticas de edad Mesozoica, afectadas por lavas o intrusiones en forma de diques, y sills que afecta también a rocas sedimentarias más antiguas.

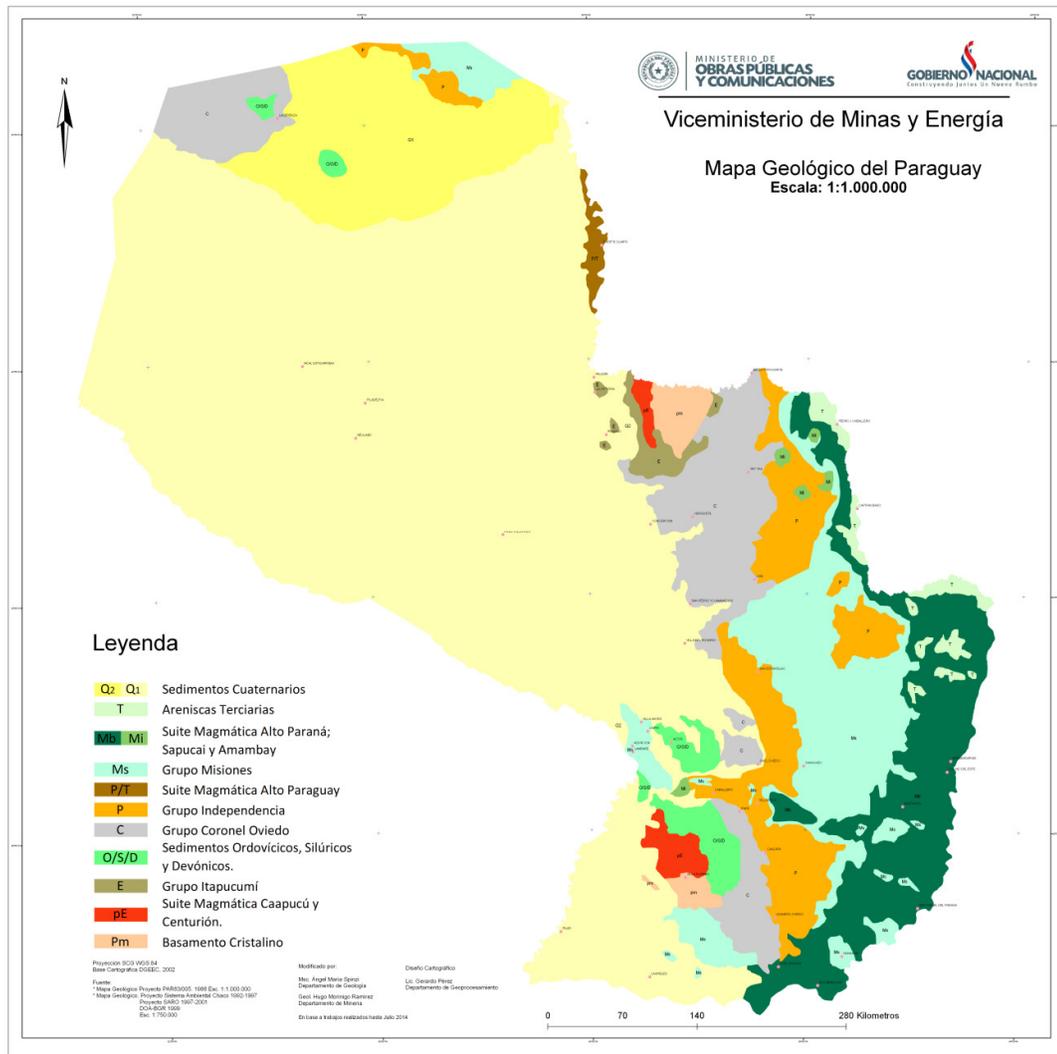


Figura 6: Mapa geológico de la República del Paraguay del M.O.P.C. Actualizado al 09/2014

## 8.2 Geología local

La empresa exploradora de uranio The Anschutz Corporation (TAC, 1979), ha dividido el Grupo Independencia en cuatro formaciones, que son: La Fm San Miguel, Tacuary, Tapyta y Cabacua, teniendo en cuenta los afloramientos, como también ambientes y/o facies deposicionales resultados de interpretación de los testigos de pozos realizados por la compañía (TAC).

La secuencia denominada Permocarbonífero en el Paraguay, coincide litológicamente al del lado Brasileiro. La unidad Permocarbonífero Inferior (LPC), fue

denominada por la (TAC, 1979), que corresponde según el proyecto Par 83/005 (1986), a la Fm Coronel Oviedo de edad Carbonífero Superior, y se halla sobrepuesto por sedimentos continentales, marino somero y lacustres que corresponden al Grupo Independencia, y que está cubierto por sedimentos eólicos de la Fm Misiones.

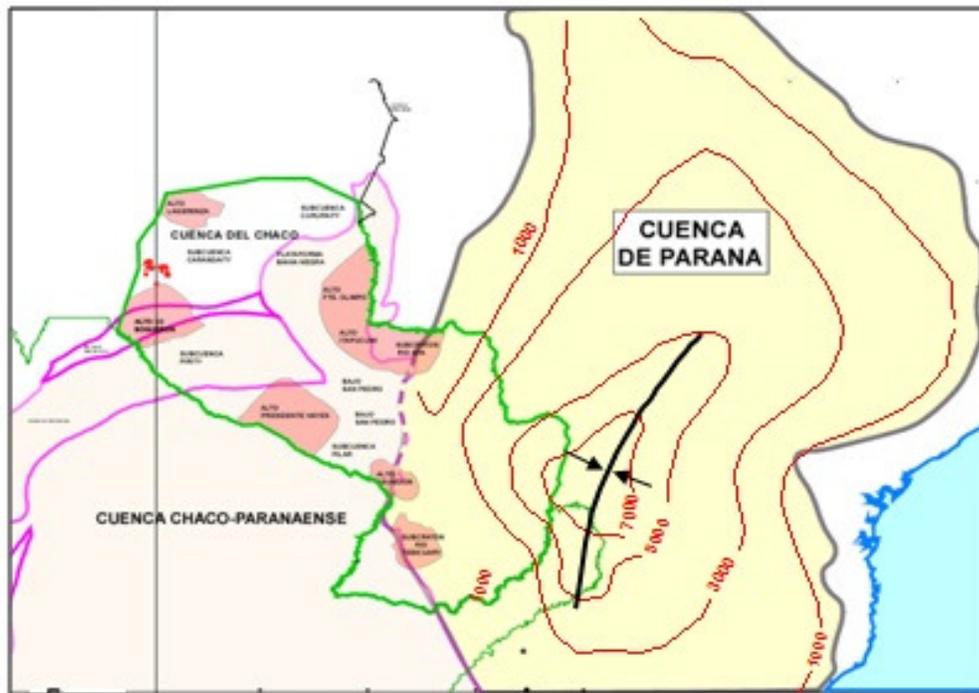


Figura 7: Distribución de Sedimentos Pérmicos y Carboníferos de la Cuenca del Paraná. Modificado por TAC (1979).

### 8.2.1 Estratigrafía

La estratigrafía que presentan los suelos y sedimentos recientes, pertenecen a edad Cuaternaria; por debajo de la cual se encuentran unidades sedimentarias del Permocarbonífero Superior (UPC), y Permocarbonífero Inferior (LPC).

Las unidades (UPC) y (LPC), fueron intruídas por sills y diques de diabasa en el Mesozoico, y pertenecen a la Formación Alto Paraná. Proyecto Par 83/005.

La unidad Permocarbonífero Superior (UPC), fue denominada Grupo Independencia por el Proyecto Par 83/005 (1986), y corresponden a rocas sedimentarias del Pérmico Superior, y está constituida por cuatro Formaciones que según la (TAC, 1979) afloran predominantemente al Este de Caazapá.

El Permocarbonífero Inferior (LPC), corresponde a la Fm Coronel Oviedo según el Proyecto Par 83/005 (1986), y litológicamente se compone de areniscas, diamictitas, y varvitas depositadas en ambiente marino y continental, con fuerte influencia de clima glacial. Afloran hacia el W y SW de Caazapá.

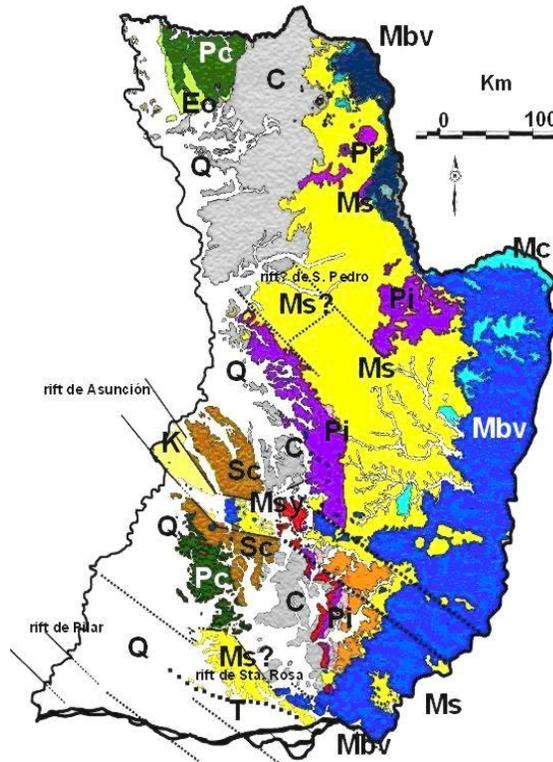


Figura 8: Unidades Estratigráficas de la región Oriental del Paraguay. Fuente Geología del paraguay.com.

### 8.2.1.1 Edades y litologías

**Pc:** Precámbrico (4.000 a 500-450 m.a); Gneis, granitos.  
**Sc/D:** Silúrico/Devónico; Grupos Caacupé e Itacurubí (500 a 1,312 m.a); conglomerados., arenisca y lutitas.  
**C:** Carbonífero; Grupo Coronel Oviedo (300 a < 400 m.a), areniscas, diamictitas, tillitas.  
**Pi:** Pérmico; Grupo Independencia (250 a < 300 m.a), areniscas, siltitas, lutitas.  
**Ms:** Triásico/Jurásico; Fm. Misiones (200 a < 250 m.a), areniscas.  
**Mbv:** Cretácico; Fm. Alto Paraná ( $\pm$ 150 m.a), basaltos.  
**T:** Terciario (60 m.a);

areniscas, limos. **K**: Cretácico; Fm. Acaray (80 a 60 m.a), areniscas. **Q**: Recientes (+/- 1 m.a); arenas, arcillas.

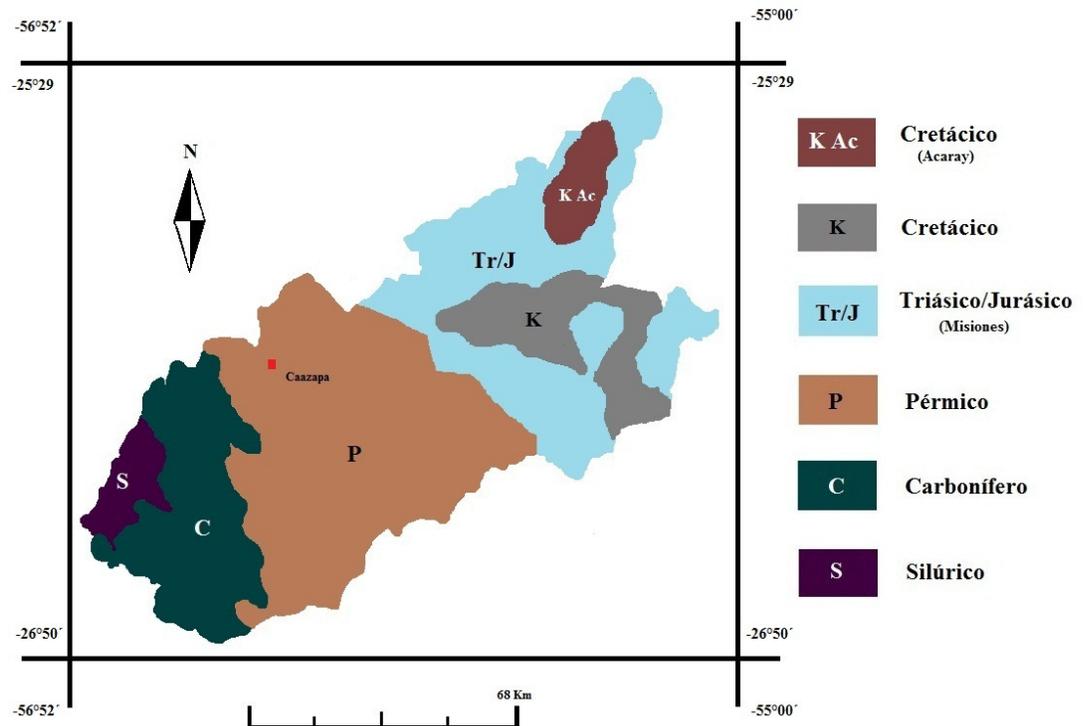


Figura 9: Mapa geológico del departamento de Caazapá, por M.O.P.C. Año 1.996

**8.2.1.2 Unidades Estratigráficas en el área del Prospecto Caazapá:** El resumen estratigráfico del Mesozoico, y el Permocarbonífero Superior (UPC) y el Inferior (LPC); tienen las siguientes descripciones:

**8.2.1.2.1 Formación Alto Paraná:** Su forma de emplazamiento principal son los sills subhorizontales de variable espesor, instruyendo generalmente en el límite de contacto entre las unidades Permocarbonífero superior (UPC), y Permocarbonífero inferior (LPC). La Fm Alto Paraná se caracteriza por basalto toleitico, textura afanítica con estructura amigdaloides-vesicular, y diabasa fanerítica fina a media, con estado de alteración desde poco a muy alterado.

**8.2.1.2.2 Formación Cabacua:** Presenta un espesor máximo de 200 m, y alternancia de areniscas, siltitas, lutitas y conglomerados con fragmentos de arcillas, los cuerpos

arenosos presentan escasa continuidad lateral. Ambiente: abanico distal, fluvial y planicie de inundación.

**8.2.1.2.3 Formación Tapyta:** Tiene un espesor máximo de 125 m, y se caracteriza por arenisca con estratificación cruzada a paralela, en pocas ocasiones se las encuentra con arcillitas o siltitas masivas a laminadas. Ambiente: fluvial anastomosados, canales y arenas eólicas.

**8.2.1.2.4 Formación Tacuary:** Espesor máximo 280 m, presenta alternancia de areniscas, siltitas, arcillitas, en parte la arenisca es calcárea con niveles de oolitas silíceas. Ambiente: lacustre, planicie fluvial y marino somero.

**8.2.1.2.5 Formación San Miguel:** Espesor máximo de 90 m, presenta areniscas con intercalaciones de siltitas, y areniscas limosas de variable espesor. Ambiente: Fluvial, Lacustre, islas de barreras y deltaico.

**8.2.1.2.6 Formación Coronel Oviedo:** tiene espesor máximo de 200 m, y arcillita compacta, físil y laminadas de color gris oscuro generalmente orgánico, en ocasiones con intercalaciones de siltitas gris verdoso, y areniscas gris calcáreas de variable espesor.

**8.2.2 Hidrogeología:** En esta región se encuentran tres acuíferos, que según el proyecto (Par 83/005), y el proyecto para la protección ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní en Paraguay (SAG-PY):

**8.2.2.1 Acuífero Coronel Oviedo:** Es un acuífero granular, constituido por depósitos de origen glacial marino y continental, con un espesor promedio de 670 m, que normalmente presenta agua de buena calidad, y de mayor mineralización.

**8.2.2.2 Acuífero Independencia:** Es un acuífero regular de extensión limitada y bastante heterogénea. Se estima que esta unidad posee un espesor de aproximadamente 700 m, con elevada anisotropía y se da en forma libre a semiconfinada en la zona aflorante hacia el oeste, ocurren como semiconfinados a confinados por los sedimentos de la Fm Misiones hacia el Este. Este acuífero tiene una permeabilidad muy baja debido

a su composición litológica con predominancia limo-arcillosa, y como consecuencia se considera de potencial regional poco significativo.

**8.2.2.3 Acuífero Guaraní:** Se extiende de norte a sur de la región oriental, el límite occidental contiene sedimentos Permocarboníferos denominados Grupo Independencia y Formación Coronel Oviedo, clasificados como acuíferos semiconfinados.

### 8.3 Resumen de la litología del Pozo 371-T 3

**0 – 1 m: Suelo arcilloso** de color gris oscuro

**1 – 19 m: Formación Tapyta:** Secuencia intercalada de arcilla color amarillenta y gris claro, no laminada intercalada con siltita amarillenta a gris con clastos cuarzo anguloso a subanguloso y arenisca media a fina rojiza, gris claro, amarillenta, moderadamente dura a fiable, con clastos cuarzo subredondeados a subanguloso, matiz arcillosa, cemento de hematita y limonita.

**19 – 23 m, 45 – 57 m, 62 – 63m: Formación Alto Paraná:** Diabasa toleítica de color gris oscuro en parte alterada, textura fanerítica de grano medio. Minerales de piroxeno y plagioclasa. Accesorios de magnética – ilmenita.

**25 – 98m: Formación Tacuary:** Secuencia compuesta por areniscas fina, de color marrón rojizo, a gris claro, intercalado con finas capas de siltita marrón-rojiza, amarillenta a verdosa, arcilla marrón-rojiza a violeta y arenisca de color gris claro a blanquecino en parte con cemento calcáreo.

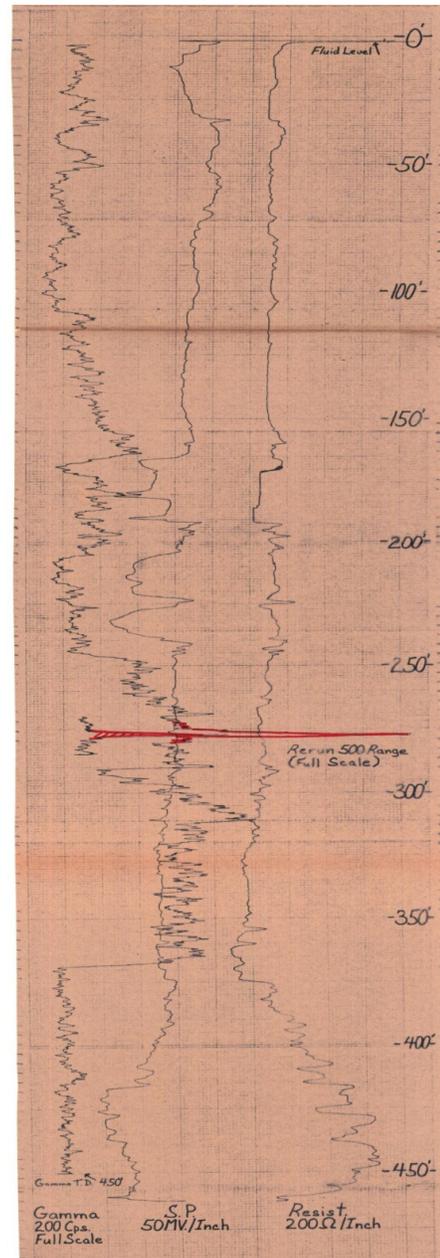


Figura 10: Columna estratigráfica del Pozo 371-T 3

**98 – 153m: Formación San Miguel:** areniscas bien seleccionadas de granos medio a fino de color gris claro a rosado, matiz arcillosa, friable en partes moderadamente cementada, por hematita y carbonato, contiene clastos de cuarzo subredondeados a subangulosos.

**153 – 175m: Formación Coronel Oviedo:** Arcilla de color gris marrón oscuro, muy compacta, fisil, maciza a laminada, intercalada con finas capas de arenisca fina amarillenta a blanquecina con cemento calcáreo.

## **9. METODOLOGÍA: Reinterpretación y evaluación del potencial uranífero ubicado en el área NE de la ciudad de Caazapá**

**9.1 Trabajo de Gabinete:** basado en reconocimiento de anomalías correspondientes a mineralizaciones de uranio y en trabajos anteriores de compañías mineras, luego de recolectar información bibliográfica de la zona ubicada al NE de la ciudad de Caazapá. Se procede a reinterpretar el perfilaje geofísico de los pozos, y los registros de gamma natural, potencial espontáneo y de resistividad, de los pozos de la compañía minera de uranio The Anschutz Corporation (TAC).

### **9.1.1 Antecedentes de trabajos ya realizados por la (TAC)**

Las tenencias de informaciones adquiridas y confidencialidad depende de las compañías mineras que están protegidas por la ley N° 3.180/7 de Minas, concedidas por el Estado Paraguayo.

La compañía exploradora de uranio The Anschutz Corporation (TAC), ha dejado como antecedentes sus trabajos realizados entre los años 1975 a 1983, sobre una superficie de 162.700 Km<sup>2</sup>, en el NE del Paraguay, para realizar la investigación del potencial de minerales de Uranio.

La TAC, ha realizado exhaustivos trabajos geológicos de investigación en el Departamento de Caazapá, en el desarrollo de su proyecto ha realizado grandes inversiones en la adquisición de registros geofísicos, geológicos y análisis químicos,

pero de todos sus trabajos la más importante fueron la perforación de pozos estratigráficos, en áreas de elevado indicio de anomalías con potencial de mineralización, que fueron identificadas previamente en trabajos geofísicas y geológicas, ubicadas al NE de la ciudad de Caazapá, denominado Prospecto Caazapá Norte por Hutchison (1979).

La profundidad promedio de cada pozo, inicialmente se estiman de 150 m, hacia el Oeste, 200 m hacia la sección central, y 250 m hacia el límite Este del área de estudio del Prospecto.

Las profundidades fueron variando de acuerdo a la profundidad de la Fm San Miguel, hasta alcanzar el basamento de edad Carbonífero.

### 9.1.2 Perfilaje geofísico de pozo

El registro se realizó con pozo abierto y en condiciones de llenado con fluidos de perforación, tal como la bentonita, el perfilaje de los pozos estuvo a cargo de González A, y Goretta, como se registra en el pozo RD-108.

El perfilaje geofísico incluye, incluye registro de Gamma natural (cps y API), Potencial Espontaneo (SP), y Resistividad normal (16" y 64"), procesamiento de curvas, cálculo de desviación del pozo.

Resumen del perfil geofísico del pozo RD-108

Gamma natural 200 cps.

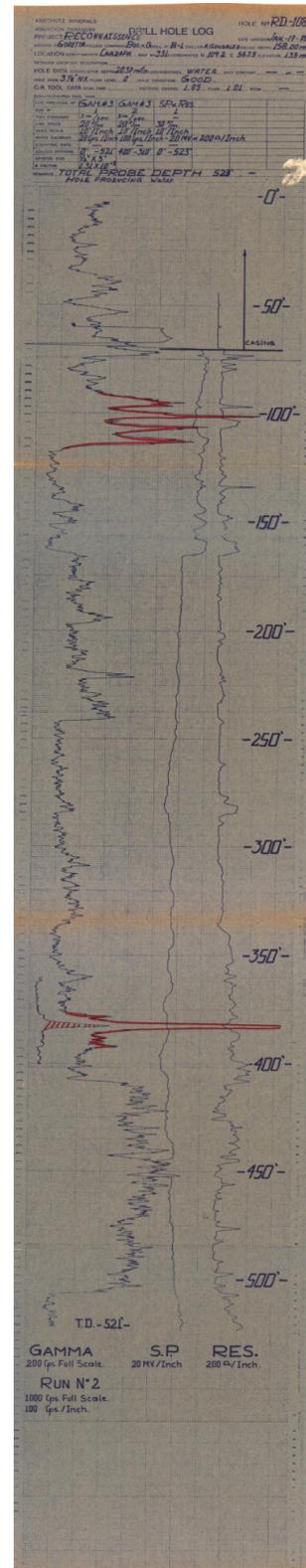


Figura 11: Columna del perfil geofísico del pozo RD-108

La profundidad final es de 158 metros.

El pozo RD-108, fue perforado en la porción del Prospecto de Caazapá. Se ha terminado el 17 de junio.

Sistema de perforación utilizado: rotativo y percusión.

El pozo RD-108, fue perforado en la porción NE del Prospecto de Caazapá. Se ha terminado el día 17 de Junio de 1980. Se intercepta a 100 metros, una gruesa capa de arenisca, de los cuales se ha oxidado alguna mineralización, con un pronunciado pico de gamma natural.

Potencial Espontaneo 20 M.V/Inch

Resistividad 200  $\Omega$ /Inch

*Roll-front* estimativo entre Yuty y San Antonio.

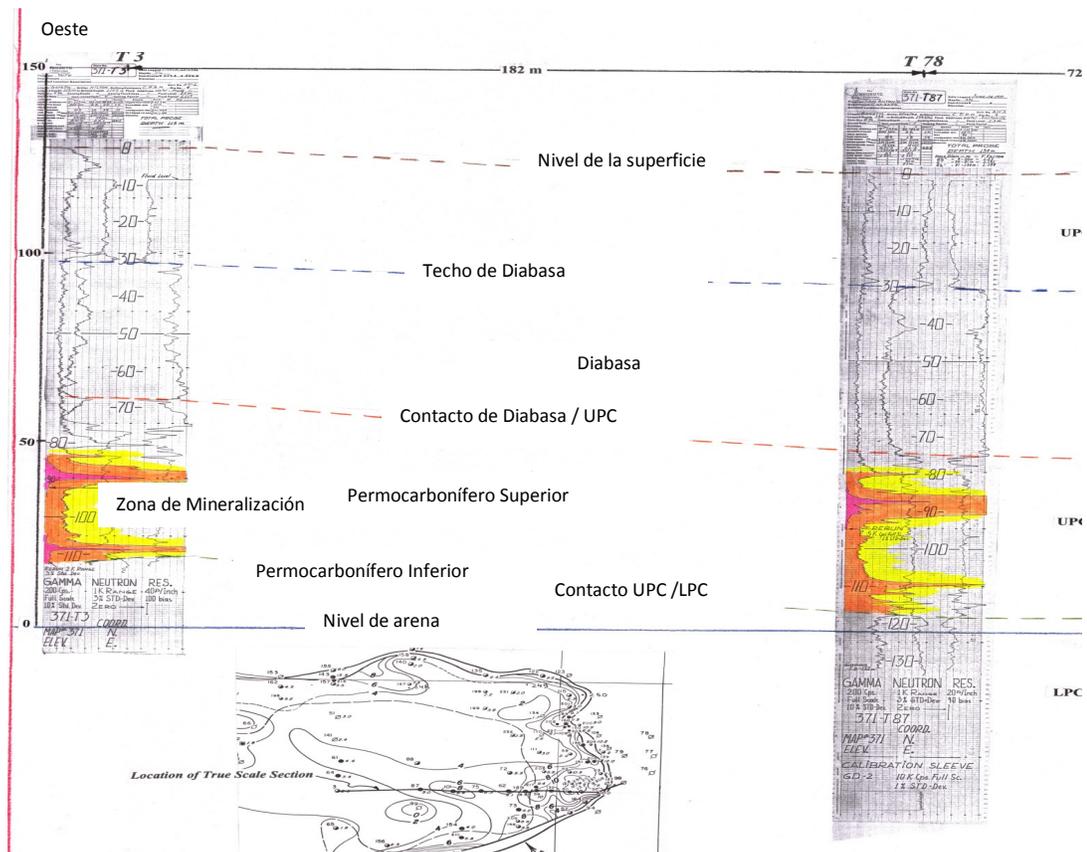


Figura 12: Correlación de pozos estratigráficos entre Yuty y San Antonio.

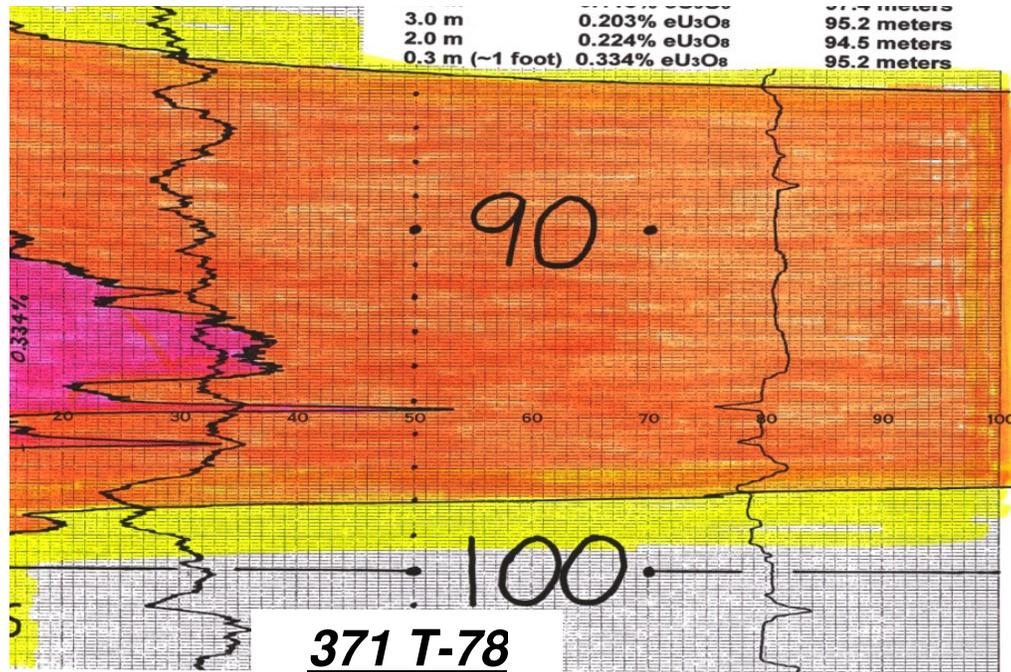


Figura 13: Análisis de mineralizaciones de Uranio del pozo 371 T-78. Ubicado en la Ciudad de San Antonio.

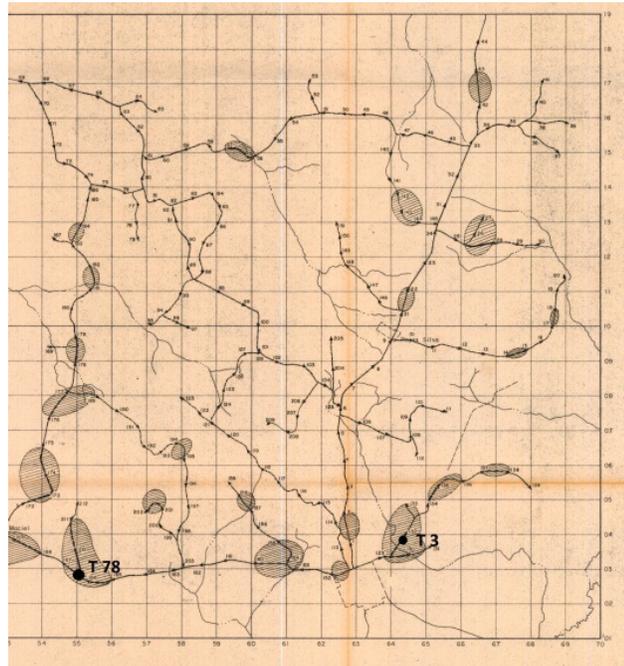
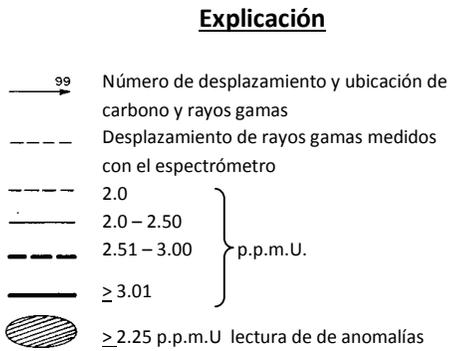


Figura 14: Mapa de Anomalía del Área de Estudio de Caazapá.

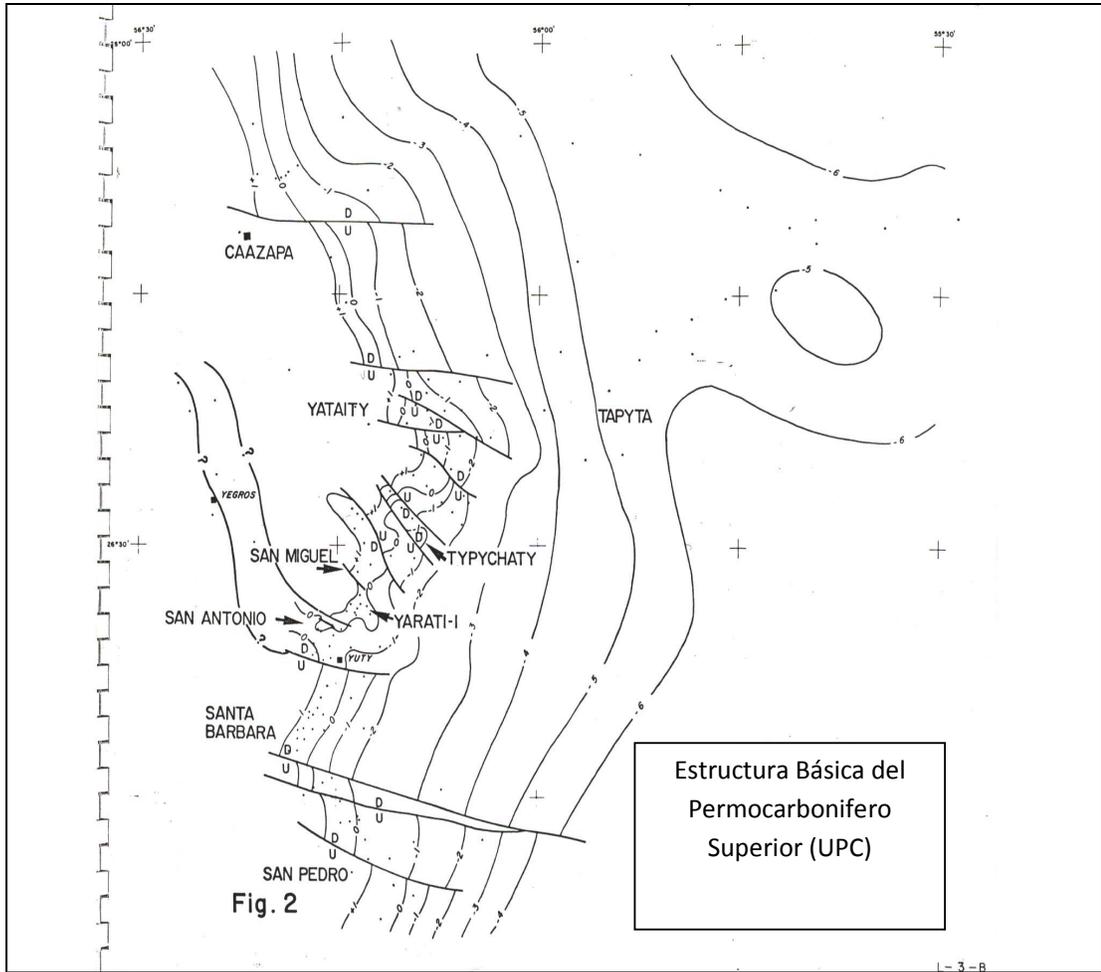


Figura 15: Mapa base de la estructura UPC.

## 10. CONCLUSIÓN

El área de Caazapá, la exploración búsqueda de minerales uraníferos en la secuencia del Permocarbonífero, a 25° de latitud Sur del departamento de Caazapá, se localiza geológicamente un área transicional de sedimentos fluviales del Permocarbonífero Inferior, de sedimentos marino somero y continental del Permocarbonífero Superior.

De acuerdo a la correlación estratigráfica y de anomalías de los pozos entre las áreas de Yuty (Pozo 371-T3) y San Antonio (Pozo 371 T-78) del Departamento de Caazapá, presentan un ambiente parecido en sus formaciones geológicas, también puede analizarse geofísicamente, que el área comprendido entre Yuty y San Antonio puede contener un mayor potencial de minerales de uranio.

El proyecto de exploración de uranio del área de Caazapá, que estuvo a cargo de la Anschutz Corporation, ha intentado realizar con exactitud las zonas de mayores picos de anomalías, para dar paso a grandes alternativas de recursos energéticos, a través de un futura explotación de yacimiento uranífero.

Paraguay podría convertirse en una potencial reactivación de interés económico de empresas mineras internacionales, en especial de aquellas dedicadas en la búsqueda del mineral de uranio, con enfoque alternativo de una fuente de energía, en sustitución del alto costo que implica la búsqueda de petróleo en el Paraguay.

En el presente trabajo, se ha reinterpretado los datos obtenidos en las actividades de prospección de anomalías de uranio, realizados por la empresa Anschutz TAC 1979, para evaluar las características litoestratigráficas y de anomalías de Caazapá, como objetivo y programa a ser cumplido para obtener el título de Licenciado en Ciencias Mención Geología en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN), Universidad Nacional de Asunción (UNA).

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PROYECTO PAR 83/005., 1986. Mapa Geológico del Paraguay Texto Explicativo. Asunción. Paraguay.

Palmieri J.H., Velázquez J.C., 1982. Geología del Paraguay. Colección Apoyo a Cátedra. Serie Ciencias Naturales. Ediciones Napa. Asunción.

Velázquez, V., Riccomini, C., Gomes C., Figueredo, L., Figueredo C., 1998. Relaciones Tectónicas del magmatismo alcalino del Paraguay Oriental. Revista del Instituto Geológico. Tomo 19. Brasil.

Publicaciones de The Anschutz Corporation (TAC), 1979, Paraguay.

Gómez, D., 1986. Contribución al conocimiento de la geología del norte del Chaco paraguayo, Lagerenza, MOPC, Paraguay.

Spinzi, A., 1983. Consideraciones sobre una Formación de conglomerados en Aregua y alrededores. Informaciones Científicas. Asunción. Paraguay.

Comin-Chiaraminti, P., Marzoli, A., Gomes, C., Milan, A., Riccomini, C., Velázquez, V., Mantovani, M., Renne, P., Tassinari, C., Vasconcelos, P., 2007. The origin of Post-Paleogenomagmatism in Eastern Paraguay. Geological Society of America, Special Paper.

Eckel, E., 1959. Geology and Mineral Resources of Paraguay- A Reconnaissance. Washington.

[maps.google.com.py/maps?client=firefox-a&rls=org.mozilla:esES:official&channel=fflb&biw=1280&bih=920&noj=1&um=1&ie=UTF8&fb=1&gl=py&cid=17210047486447403466&q=Cerro+K%C3%B5i&sa=X&ei=jzocVLviJK7hsASRi4HABg&ved=0CKQBEPwSMBA](https://maps.google.com.py/maps?client=firefox-a&rls=org.mozilla:esES:official&channel=fflb&biw=1280&bih=920&noj=1&um=1&ie=UTF8&fb=1&gl=py&cid=17210047486447403466&q=Cerro+K%C3%B5i&sa=X&ei=jzocVLviJK7hsASRi4HABg&ved=0CKQBEPwSMBA)