

CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS PARA SER SOMETIDOS A LA INUNDACION PERMANENTE EN UN AREA DE LA SUBCUENCA QDA. APAMATE DEL ESTADO GUARICO.

Eladio Arias R* y Nava P, Ramón.** *CIESA-UNERG *Área Agronomía UNERG. ** INGERNAVA-RL.

Email: eladioariasrod@hotmail.com; rnavap@gmail.com

RESUMEN

En la región nororiental del estado Guárico, existe un déficit de agua para impulsar los desarrollos industriales, agrícolas y termoeléctricos requeridos por el estado. Tal limitación puede ser superada mediante la captación, retención y almacenamiento del agua de la quebrada Apamate en un sector de la cuenca media. El trabajo de investigación tiene como propósito caracterizar la condición de los perfiles de suelos asociados al área del vaso de almacenamiento para ser sometido a la inundación permanente mediante la construcción de una laguna. El muestreo se realizó en transecta para ubicar cinco calicatas. Los perfiles muestran moderadas diferencias en profundidad, textura, permeabilidad, drenaje externo y pedregosidad, las propiedades químicas son similares y la clase de capacidad de uso son IVTS, IVS y VIS. La inundación frecuente, granulometría fina y permeabilidad lenta permiten juzgar que el sector podría emplearse para el uso previsto. Sin embargo, la planicie muestra mayor potencialidad agrícola.

Palabras Clave: Toposecuencia, Inundación permanente, Laguna, permeabilidad.

INTRODUCCIÓN

Los elevados requerimientos hídricos de los planes de desarrollo, tales como El Núcleo Desarrollo Endógeno (NUDEN)-Orituco, Proyecto ICO-PDVSA-GAS, la Planta termoeléctrica de IPARE y la creciente población en la región nororiental, contrastan con la escasa disponibilidad y la calidad del agua en la región. Además para agravar la situación, el MARN (2005), destaca que uno de los efectos del impacto del Calentamiento Global para la región norte y costera es la potencial reducción de las precipitaciones. Una alternativa para suplir la demanda hídrica futura es la construcción de Lagunas, ya que las mismas permiten la retención, la captación y el almacenamiento de las aguas de escurrimiento durante los periodos lluviosos, representando una solución para los restantes meses con déficit agua. La región de estudio tiene el embalse Guanapito para fines de riego, piscícola y doméstico pero no es suficiente para las obras propuestas, de ahí la necesidad de ubicar una nueva Represa o Laguna en un sector de la cuenca media de la quebrada Apamate en el Municipio Monagas del Estado Guárico. El desarrollo complejo de lagunas o embalses y/o proyectos de múltiples lagunas requiere del levantamiento de información de los componentes del ecosistema que interactúan con el ciclo hidrológico, ya que tal propuesta causará impactos por la inundación permanente sobre los demás componentes del ecosistema. En este sentido. Nava,(2008) destaca que los estudios agroecológicos son muy apropiados para caracterizar los sitios para la construcción de lagunas por su grado de integración e interrelación entre los componentes Biótico, el Clima, el Relieve, la Red Hidrológica superficial, la superficie de la cuenca Aportante y la naturaleza de los suelos; además que toma en cuenta la actividad humana (agrícola) y el uso previsto para dicha obra, permitiendo reconocer los impactos ambientales. El MARNR.(1979) afirma que el reconocimiento de la red drenaje, los suelos y la vegetación son buenos indicadores para la selección de sitios aptos para la retención de los excesos de aguas superficiales; mientras que Koolhaas (2005) y Nava (2008)

coinciden en que para que un terreno funcione de manera óptima como vaso de almacenamiento de un embalse o laguna, se debe caracterizar la permeabilidad de los suelos y sedimentos y que esta debe ser inferior a 10^{-4} cm.s⁻¹, cuando la permeabilidad es lenta existirá un balance positivo entre la retención y el agua de percolación profunda.

Las características de los componentes de la litosfera superficial (Suelos, Sedimentos, Regolitos, Rocas y Materiales sueltos) son determinante en la ingeniería del proyecto y en especial los suelos. La variación de las propiedades físicas y morfológicas, tales como: La estructura, la composición de la matriz, la distribución del espacio poroso, los rasgos morfológicos, la naturaleza y espesor de los horizontes pedogenéticos (Pla.1976; Pla.1997; Zink.2005 y Bayer.1963), así como de las capas sedimentarias y regolitos subyacentes, hacen que los suelos exhiban propiedades hidrológicas distintas. Mientras que el tipo de cobertura, tipo de uso y el grado de pendiente se reconocen como factores externos que determinan la capacidad de escurrimiento e infiltración. Musgrave,(1955) Desarrolló el sistema de clasificación para definir los grupos hidrológicos de suelos, tomando en cuenta la condición de humedad, de los suelos, el tipo de cobertura y uso. La condición hidrológica de los suelos es útil para estimar el Número de Curva (MNC) que determina el potencial de escurrimiento para una lámina o volumen de escurrimiento.

La selección preliminar de sitios adecuados para la construcción de Lagunas se basa primeramente en seleccionar las curvas de nivel, la superficie y ubicar un eje para la represa, seguidamente deberá realizarse una evaluación de Prefactibilidad que involucra el estudio de los componentes que forman parte de dicho ecosistema del área prevista. En este sentido, para avanzar en el estudio de caracterización general del área, el presente trabajo de investigación pretende caracterizar los suelos de un sector de la Cuenca media de la quebrada Apamate para valorar su capacidad a ser sometidos a una inundación permanente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona del vaso de almacenamiento se ubica en la región nororiental de Guárico, Municipio Monagas, en el sector de Ipare, carretera nacional Altagracia de Orituco y Paso Real de Macaira; con centro localizado en las UTM 19 P, 798295,97 E y 1092164,30 N, carta geográfica 6945-IV-SE (IGVSB, 1979). En el área predominan relieve de colinas bajas y planicie aluvial disectada por el curso de la quebrada Apamate con orientación N-SE. La altitud - varía entre 340 y 360 msnm, la pendiente general es mayor de 8 % en las laderas, - en la zona de contacto entre el pie de loma y la planicie varía entre 2 y 6%, mientras que la planicie es de 2% o menos. La superficie del vaso de almacenamiento es de 50,7 ha con una altura media de 14 m con respecto al nivel de agua máximo, para un volumen estimado de funcionamiento de $7,10 \times 10^6$ m³. En el área de estudio, se aprecian cantos rodados gris azulados, de pequeño a gran tamaño incluso en superficie y en capas de suelo de poca profundidad en la región, tales materiales geológicos se asocian a la Formación Quiamare (González de Juana et al, 1.980). El clima del sector se caracteriza por una temperatura media anual de 26 °C, una precipitación promedio anual es de 952 mm, una ETP media anual de 1.740 mm, un exceso de 85 mm y un déficit anual de 821 mm; en promedio el periodo seco ocurre entre noviembre y mayo. De acuerdo a Thornthwaite el clima califica como **DdÁá** y según Holdridge, la zona de vida es Bosque Seco Tropical (BSt) y la provincia de humedad subhúmeda. El estudio incluyó el reconocimiento de especies vegetales mediante un experto de la región.

El paisaje fue separado en dos unidades lomas y planicies, se trazó una transecta en la sección 0 +250 m, con respecto al eje de represa, en las cuales se excavaron cinco calicatas que abarcaron ambos paisajes. Los perfiles de suelo se describieron de acuerdo al manual de Ospina y Vilorio, (2006). En campo se realizó la descripción de horizontes de suelo y se evaluaron las propiedades generales del paisaje, tales como la condición del drenaje externo e interno, permeabilidad del suelo, la pedregosidad, la inundación, altura del nivel freático, además el tipo de uso actual de la tierra. Asimismo, se determinaron las propiedades de infiltración básica por el método de cilindro. En el laboratorio se realizó análisis granulométrico, pH (1:2,5), la conductividad eléctrica (1:2,5); el contenido de materia orgánica y los elementos disponibles (P,K,Ca y Mg) y el coeficiente de extensión lineal (COLE). La metodología química empleada fue la que utiliza el laboratorio de Suelos del CIESA – UNERG.

Los datos e información recolectada sirvieron para aplicar el sistema de calificación por Capacidad de Uso, propuesto por Comerma y Arias modificado (2007). Además, se realizaron juicios de valor mediante tablas de interpretaciones de los grados de: Fertilidad, Relieve, Drenaje, Suelo/sedimentos, Inundación y Clasificación de la tierra por capacidad de uso, orden y el uso actual de la tierra (tabla 1). En ella se enumeran las variables a considerar en el levantamiento de información de campo y laboratorio para valorar si los terrenos seleccionados presentan condiciones ambientales adecuadas para ser sometidas a una inundación permanente, mediante la construcción de un dique.

Tabla 1: Subfactores y variables para decidir el uso de la tierra como vaso de almacenamiento.

Fertilidad		Relieve	Drenaje	Suelos/sedimentos		Inundación	Clasificación
Reacción del suelo	Nutrientes	Amplitud de cota	Externo	Color y moteado	Pedregosidad	Altura promedio	Capacidad de Uso
Salinidad	Sodicidad	Superficie	Interno	Profundidad	Capas Líticas	Frecuencia	Orden de Suelo
Bases Cambiable	MO	Pendiente General	Nivel freático	Permeabilidad	Lentes de Arenas	Duración	Cobertura
CIC	Estructura	Geoformas	Dirección	Granulometría	COLE		Uso Actual

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área preseleccionada como vaso de almacenamiento está geográficamente distribuida en un 30% en un paisaje de loma y terrazas aluviales y un 70 % en la planicie aluvial. En relación a la vegetación esta se muestra variable y depende de la geoformas del paisaje. La vegetación natural en la planicie ha sido fuertemente intervenida y sustituida con cultivos, mientras que el bosques de galerías muestra una intervención ligera, entre las especies se mencionan: el pardillo (*Cordia alliodora*), el indio desnudo (*Bursera simaruba* L.), el araguaney (*Tubeuia chrysantha*), el jobo (*Spondias mombin*), el cuji blanco (*Acacia macracantha*), el guasimo (*Guazuma ulmifolia* L), el jabillo (*Hura crepitans* L), El Tiamo (*Bursera simaruba* L.), el mango (*Mangifera indica* L), el cartan (*Dalbergia monetaria*), el caro-caro (*Enterolobium cyclocarpum*), el cedro caoba (*Swietenia* sp.) y el cedro amargo (*Cedrela* sp.). Los planos inclinados presentan una vegetación secundaria dominada por Cují y especies de matorrales con una cobertura superior a 75 %. El uso actual de las tierras en la planicie aluvial se realiza bajo riego (por gravedad y goteo), incluyendo cultivos tales como: el tomate (*Lycopersicon esculentum*), ajíes (*Capsicum annum*) y plantación de parchita (*Passiflora edulis* Sims); mientras que en el periodo lluvioso se cultiva maíz para jojoto (*Zea mays*) y sorgo granífero (*Sorghum vulgare*), las parcelas son sometida a pastoreo extensivo después de la cosecha de cereales.

En la tabla 2, se resume la geomorfología, la pendiente, pedregosidad, inundación y cobertura de las unidades descritas en el área del vaso de almacenamiento. Se destaca que el área presenta un mayor riesgo de inundación por estar próximo al eje o curso fluvial, la inundación frecuente alcanza niveles cercanos a 60 cm y una duración mayor de 12 horas. La presencia de piedras en superficie, representa una limitación fuerte que restringe el uso agrícola. Las unidades de suelo están distribuida como sigue: APA1 en el plano inclinado de la terraza; mientras que la APA2, APA3, AP4 en la planicie propiamente dicha y la APA5 en el orillar del río.

TABLA 2: Características generales de los ambientes de las calicatas.

Unidad	Geomorfología	Pendiente	Pedregosidad	Inundación	Cobertura
	Forma	%	%		Tipo
APA1	Terraza	5	>1	Sin	Bosque deciduo
APA2	Planicie	< 2	0 - 001	Ocasional	Hortalizas bajo riego
APA3	Planicie	< 2	0 - 0,01	Ocasional	Mixto
APA4	Planicie	< 2	0,01 - 1	Ocasional	Mixto
APA5	Orillar o vega	4	0,01 - 1	Frecuente	Ganadería

La tabla 3, muestra las propiedades químicas y granulométricas dominantes en los horizontes superficiales de las unidades del área del vaso de almacenamiento.

TABLA 3: Características de los horizontes superficiales de los suelos muestreados.

Variables	pH 1:2,5	P	K	Ca	Mg	MO	CE	A	L	a	Clase Textural
Unidad	mg/kg					g/kg	dS.m-1	g/kg			
APA1	6,3	3	54	1560	135	23,4	0,03	417	313	270	A
APA2	6,2	5	23	560	132	11,9	0,06	392	466	142	FAL
APA3	7,0	15	85	1800	158	26,4	0,01	379	338	283	FA
APA4	6,7	34	186	3260	316	13,4	0,06	360	378	262	FA
APA5	7,2	19	195	1420	149	20,6	0,05	258	318	424	F

Los rasgos morfológicos de los perfiles APA1, APA2, APA3, APA4 y APA5 estudiados en el sector de Apamate; en primer término presentan abundante moteados asociados a los horizontes profundos, lo cual demuestran la presencia de procesos de gleización, lo que posiblemente es causado, por el deterioro de la condición estructural por manejo intensivo y pastoreo, la granulometría fina y una posición fisiográfica de baja energía potencial. Tales rasgos son indicativos de una condición hidrológica que favorece el escurrimiento, lo que implica que los suelos pueden ser sometidos a la inundación permanente, ya que las aguas captada, retenida y almacenada no sufrirán pérdidas considerables por percolación profunda ni lateral. Otro aspecto a destacar, es que la presencia de pedregosidad, la profundidad efectiva y la existencia de un drenaje externo e interno de lento a moderado impactan negativamente en el crecimiento de las raíces de cultivos; por ello, a pesar de la moderada fertilidad de los suelos, el rendimiento estará regulado por tales condiciones morfológicas y física. Ello implica que las tierras podrían ser sometidas al cambio de uso.

En la figura 1, se muestran las variaciones en los perfiles de suelos descritos en la transecta 0+250 m. El pedón de la unidad APA1 muestra una secuencia A/AC/C₁/C₂/C₃, la unidad APA2 es A_p/AB/B₁₁/BC/C_{1g}/C_{2g}/C_{3g}; mientras que APA3 (A_p/AB/B₁/C₁/IIC₁/IIC₂) y las unidades APA4 y APA5 son semejantes en la secuencia de horizonte (A_p/AC/C₁/C₂). La secuencia de horizonte del área estudiadas demuestra su naturaleza aluvial de los sedimentos, la presencia de rasgos de gleización y su escaso a moderado desarrollo pedogenético.

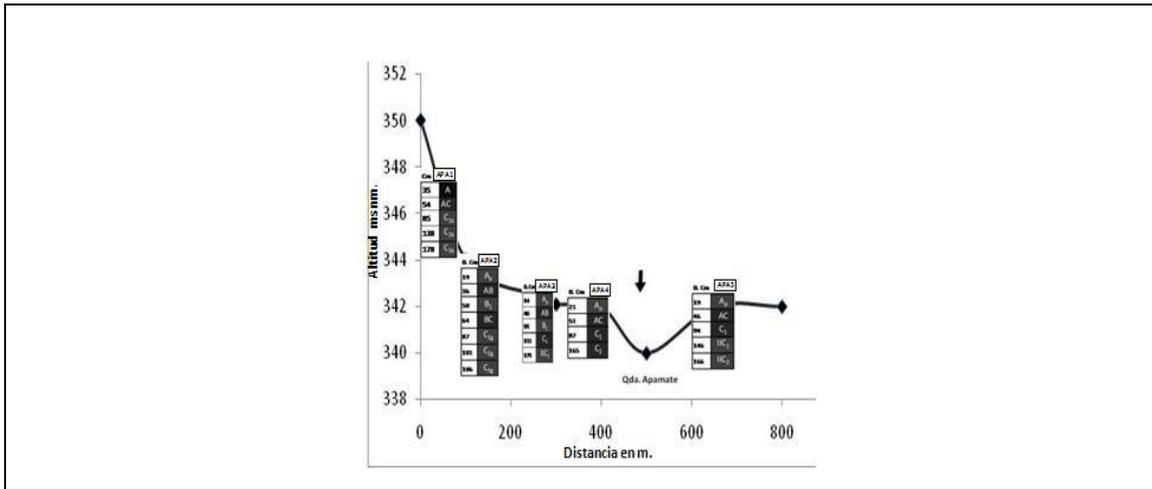
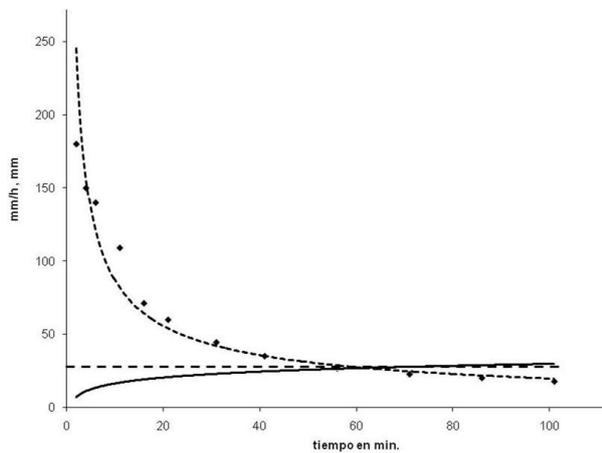


Figura 1: Variación espacial de los perfiles de suelo en la toposecuencia.

Asimismo, en la figura 2 y tabla 4 se muestran los resultados de la tasa de infiltración por el método del cilindro (Pla, 1997). Los valores oscilan de 12 a 290 mm.h⁻¹ en la secuencia de perfiles. El área desde Apa1 hasta Apa4 presentan una permeabilidad lenta, en cambio la zona de orillar del río mostró una permeabilidad muy rápida; esto posiblemente se debe a que, en Apa5 dominan canto rodados y lentes de arena en el perfil de suelo. La condición de permeabilidad tienden a ser homogénea en el sector de terraza y planicie. Sin embargo, el área que bordea el cauce de la quebrada Apamate demuestra una baja potencialidad para el uso previsto por su elevada permeabilidad.

TABLA 4: Infiltración Básica de perfiles.



UNIDAD	Infiltración Básica	Categoría
	mm.h ⁻¹	FAO,(1963)
APA1	12	Lento
APA2	26	Moderada
APA3	18	Lento
APA4	16	Lento
APA5	290	Muy rápida

Figura 2: Tasa Infiltración en APA3.

La Clase de Capacidad de Uso de la tierra juega un papel importante en la calificación de las limitaciones y potencialidades para el establecimiento de la calidad de las tierras agrícolas de una región (Comerma, et al, 2005). Sin embargo, ella no es específica para orientar usos particulares; pero puede ser empleada para recomendar la implementación de un proyecto de desarrollo determinado. Se destaca, que en la medida que la tierra presenta mayores limitaciones para el uso agrícola, se pueden imponer otros tipos de usos en una determinada región, tomando en cuenta el valor ambiental y económico del nuevo proyecto con respecto a la actividad de producción primaria de alimento. La

clase por capacidad de uso del área estudiada, para Apa1 es IVTS, Apa5 VIS y el resto calificó como IVS; se destaca que la planicie muestra mayor potencialidad para usos agrícola que la unidad Apa1 y Apa5. Esta situación debe ser considerada en el momento de la indemnización de las tierras si se decide un uso diferente al actual.

CONCLUSIONES

El reconocimiento de las restricciones de baja fertilidad, el relieve plano, el tipo drenaje lento, el suelo, la inundabilidad y la clase de capacidad de uso de los suelos que predominan en las unidades de APA1 hasta APA4 muestran una moderada aptitud para que el sector de la cuenca media de Apamate sea potencialmente sometida a la inundación permanente por parte de las aguas de escurrimiento de la cuenca de la quebrada Apamate; mientras que la unidad APA5 debe ser reacondicionada para que forme parte del vaso de almacenamiento. La clase de capacidad de uso y el uso actual de los suelos localizado en la planicie debe ser confrontada con el uso actual y potencial. Se recomienda desarrollar estudios de factibilidad geológico y geotécnico en el sitio para el diseño de obras de ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

- BAVER, L.(1963). Soil. Physics. third Editorial John Willey and son N.Y.489 p.
- COMERMA, J y ARIAS, L. (1971). Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Seminario de clasificación interpretación con fines agropecuarios. Maracay.
- COMERMA. J; SEVILLA. V; ELIZALDE .G Y MACHADO. D (2005) Procedimiento para determinar la Vocación de uso de Las Tierras En El Reglamento de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. Universidad Central de Venezuela, Maracay. 12 p. (Mimeografiado).
- GONZÁLEZ DE JUANA. C; ITURRALDE DE A, J y PICARD, X.(1980). Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas Tomo I. Edic. Fonynge. 1106 p.
- KOOLHAAS. M. 2005. Embalses Agrícolas, Diseños y Construcción. Edt. Hemisferio Sur.Bs.As.335.p
- MUSGRAVE, G. W. (1955). How much of the rain enters the soil? In Water, the Yearbook of Agriculture. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C. pp 151 – 159.
- MARNR.1979. Los Excesos de Aguas Superficiales en los Llanos Occidentales. Programa Inventario Nacional de Tierras. 86 p.
- MARN. (2005). Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático. Caracas. Venezuela,164 p.
- NAVA, P. (2008). Plan Maestro” Como “Plan General” Para el NUDEN Núcleo de Desarrollo Endógeno “Tierra Caliente”. 59 p.
- PLA, I. (1976). Conservación de agua y tierra. Relaciones Suelo – Agua. Merida – Venezuela. CIDIAT.25p.
- PLA, I. (1997). Metodología para caracterización física con fines de diagnostico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Maracay. Venezuela. UCV Fagro 112p.