

EFFECTO DEL SECADO EN LAS FRONTERAS DEL ESTADO PLÁSTICO DE TRES MATERIALES ARCILLOSOS SITUADOS EN LA CUENCA DEL ARROYO GRANDE DE COROZAL (DEPARTAMENTO DE SUCRE- COLOMBIA)

Heraldo Alviz^{1}, Javier Figueroa², Never Ruiz³*

1. Ingeniero Agrícola, M.Sc Suelos, Universidad de Sucre. Sincelejo, Colombia

2. Ingeniero Agrícola, Universidad de Sucre. Sincelejo, Colombia

3. Ingeniero Agrícola, Universidad de Sucre. Sincelejo, Colombia

*Contacto: heraldo.alviz@unisucra.edu.co

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en tres suelos de familia textural arcillosa parecida situados en los municipios de Sincelejo y Corozal (Sucre-Colombia). El objetivo general fue evaluar los efectos del secado previo, al aire y en el horno, en la determinación de las fronteras del estado plástico de tres materiales arcillosos, en aras de obtener una información confiable que permita planear su uso y manejo técnico más adecuado. La metodología consistió en seleccionar tres tipos diferentes de suelos de donde se extrajeron, a una profundidad entre 60 y 85 cm., muestras necesarias para realizar ensayos de límite líquido, límite plástico y análisis granulométrico. Se realizaron 12 ensayos de límites y uno de granulometría, uno de contenido de humedad natural y otro de contenido de humedad al final de las diferentes etapas de secado, las cuales fueron a temperaturas ambientales en la sombra durante tiempos de un día, dos días y tres días; en el horno el secado de las muestras ocurrió a temperaturas de 60°C, 80°C y 105°C durante un tiempo de veinticuatro horas; se usó un proceso de regresión con correlación simple confrontando las variables límite líquido y límite plástico contra el contenido de humedad al final de la etapa de secado.

Palabras claves: *secado, límite líquido, temperatura*

ABSTRACT

This research was conducted in three soils like clay textural family located in the municipalities of Sincelejo and Corozal (Sucre, Colombia). The overall objective was to evaluate the effects of pre-drying, air and in the oven, in determining plastic state borders three clay materials, in order to obtain reliable information to enable their use and management plan most suitable technician. The methodology consisted of selecting three different types of soil and extract of, at a depth between 60 and 85 cm. , samples needed for testing liquid limit, plastic limit and sieve analysis. 12 trials were performed on grain boundaries and one, a natural moisture content and a moisture content at the end of the different drying stages, which were at ambient temperatures in the shade during times a day, two days, and three days in the oven drying of the sample occurred at temperatures of 60 ° C, 80 ° C and 105 ° C for twenty-four hours, they use a process of simple correlation regression variables confronting liquid limit and plastic limit against moisture content at the end of the drying step.

Keywords: *drying, liquid limit, temperatura.*

1 INTRODUCCIÓN

Para medir la plasticidad de las arcillas se han desarrollado varios criterios de los cuales se menciona el desarrollado por Atterberg que hizo ver que la plasticidad de un suelo exige, para ser expresada en forma conveniente, la utilización de dos parámetros en lugar de uno, los cuales se denominan límite líquido y límite plástico; para determinarlos existen algunas circunstancias en el proceso llevado a cabo en el laboratorio que reflejan alguna desconfiabilidad, una de ellas es el proceso de secado del suelo. Ante la existencia de muchos materiales constituidos por minerales arcillosos expansivos que son usados ingenieril y agrónomicamente se planteó la siguiente investigación que tuvo como objetivo general evaluar los efectos del secado previo, al aire y en el horno, en la determinación de las fronteras del estado plástico en el laboratorio de tres materiales arcillosos, en aras de obtener una información confiable que permita planear su uso y manejo técnico más adecuado.

2 METODOLÓGIA

2.1 Descripción del área de estudio y suelos.

La situación del perfil estratigráfico de donde se extrajeron los materiales arcillosos experimentados se encuentran situados en los municipios de Sincelejo y Corozal, departamento de Sucre. Los materiales finos usados en la presente investigación hacen parte de perfiles formados a partir de materiales geológicos arcillolíticos calcáreos [1].

2.2 Metodología.

Se hizo un reconocimiento del área de estudio con identificación, excavación y descripción de perfiles de donde se obtuvieron los materiales investigados [1]. Las muestras de suelos se extrajeron de cada perfil, a una profundidad entre 60 y 85 cm. Las muestras se sometieron a los ensayos de límite líquido, límite plástico y contenido de humedad gravimétrico [2]; durante el secado las muestras se expusieron a temperaturas ambientales, en la sombra, durante tiempos de un día, dos días y tres días, en el horno el secado ocurrió a 60°C, 80°C y 105°C, por veinticuatro horas; se determinó el contenido de humedad gravimétrico correspondiente, al final de cada etapa de secado mencionada; se hicieron dos ensayos de contenido de humedad para obtener un promedio confiable y representativo, en cuanto a los límites de plasticidad, estos se determinaron dos veces para cada muestra correspondiente a cada perfil de suelo y a cada etapa de secado; el valor promedio se usó para realizar el análisis de regresión; en total fueron 36 determinaciones de los límites. Se procesaron los datos de laboratorio sobre contenidos de humedad, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad; finalmente se realizó un proceso estadístico de regresión con correlación simple confrontando los límites contra el contenido de humedad al final de la etapa de secado.

3 RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 Análisis granulométrico de los suelos.

Los suelos La Huerta, Tuza y Puerta Roja tienen materiales que más del 93 % pasan la malla N° 200, por el tamiz N° 40 mínimamente pasa el 74.8 %. [1]

3.2 Resultados del proceso de secado de los suelos.

Para el secado al aire entre uno y tres días, el agua salió del suelo con un decremento máximo gravimétrico de 4.28 gr, lo cual se refleja en el contenido de humedad gravimétrico promedio; en las pruebas realizadas para el secado en el laboratorio, sometidas a las temperaturas mencionadas, se infiere que el agua salió de los suelos con un decremento máximo, según el peso, de 2.87 gr. que influyen directamente en el descenso del contenido de humedad gravimétrico, y así se puede indicar que existieron valores mínimos promedios hasta de 0.34%, registrados en el material Tuza. La mayor tasa de evaporación de agua y de disminución del porcentaje de humedad se dio cuando los suelos se secaron en el horno. Se estimó que secando las muestras de suelo al aire y en el horno se presentó una diferencia relativa del 34%. En las fases de secado al horno, el suelo Puerta Roja sigue indicando las mayores variaciones del peso del agua y el contenido de humedad.

3.3 Resultados detallados y promedios de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad obtenidos de los suelos a partir de las condiciones de secado.

3.3.1 Límite líquido.

Los resultados obtenidos (ver figura 1) para cada una de las muestras y los promedios, indican que el límite varió entre 42.13 % y 72.47 %, lo cual coincide con lo expresado por Márquez [3]. El desecamiento al aire libre obtuvo los mayores datos, no se puede indicar que la extracción del agua al aire fue menor que el secado a uno y dos días, sin embargo los valores del límite fueron distintos con el secado en el horno, de tal manera que hubo un descenso apreciable cuando se sometieron a 60°C, 80°C y 105°C siendo esta última temperatura la que más influyó en la determinación mínima del límite. El secar al aire el suelo, como preparación de la muestra, disminuye el límite líquido entre el 2 y el 6% de su valor real. Las investigaciones indican también que la mayoría de los suelos expuestos al aire recuperan sus límites originales si se les permite, luego de mezclarlos con agua, a un tiempo de curado de 24 a 48 horas, antes de hacer el ensayo [2]. El secado al aire produce una variación sensible del límite líquido en suelos arcillosos; en algunos casos estas diferencias pueden dar valores de límite líquido inferiores al 30% de los valores obtenidos sobre suelos en estado natural. [5]

3.3.2 Límite plástico.

Los datos particulares y promedios oscilaron entre 26.79% y 40.1%, al analizar las determinaciones promedias según el tipo de secado se observó que entre más drástica son las condiciones de secado menor es el límite plástico. Todos los materiales disminuyeron el límite promedio correspondientes al intervalo del tipo de secado entre 1 día al aire y a 105°C. La

montmorillonita predominante es capaz de retener mucha agua [6]; si los ensayos de estos límites se realizan cuando los materiales en condición natural están húmedos, entonces, con el amasado o remoldeo van a ser capaces de tener más agua por peso de suelo seco en los límites de Atterberg estudiados. Esto no sucede cuando se secan intensamente al aire o en el horno. Si tenemos en cuenta el secado a 105°C, por 24 horas, de los micro poros de los materiales ha salido, en forma relativa, abundante agua de carácter higroscópico y posiblemente de constitución química que afecta notablemente las condiciones plásticas de los suelos. (Figura 2).

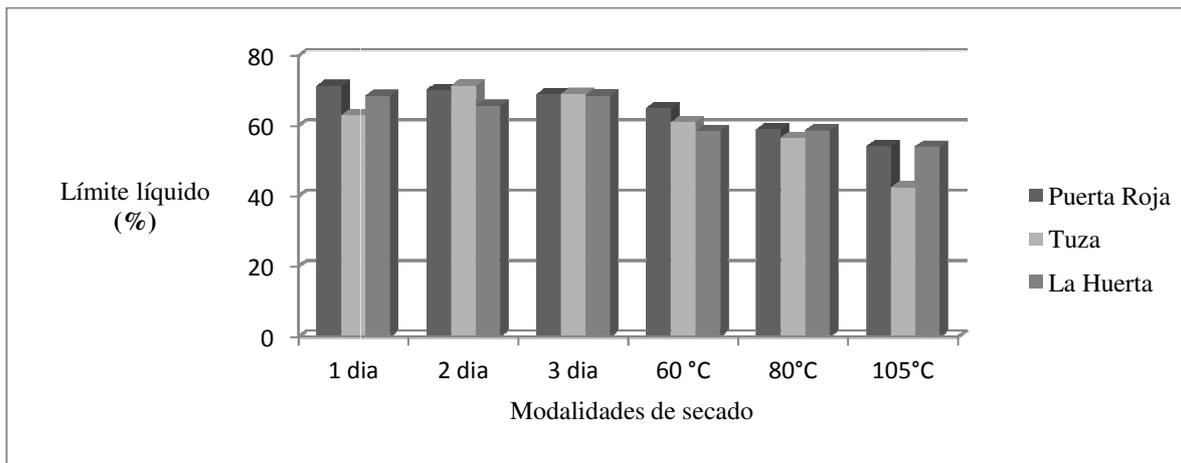


Figura 1. Variaciones del límite líquido promedio por la modalidad de secado.

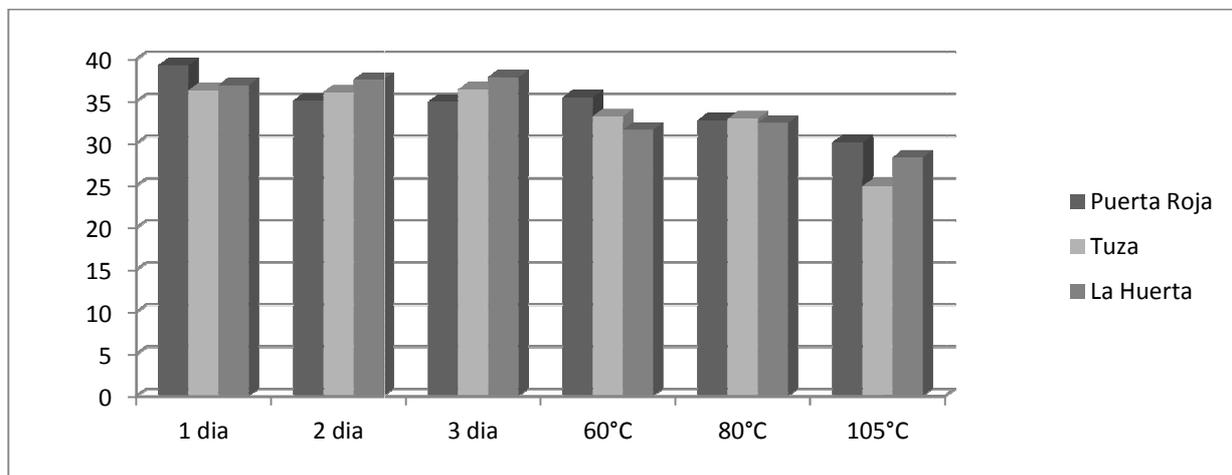


Figura 2. Variaciones del límite plástico promedio por la modalidad de secado.

3.3.3 Índice de plasticidad. Como indicativo de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico [7], su comportamiento dependió de las variaciones de aquellos. En este orden de ideas se destaca que entre mayor es la rigurosidad del secado menores tienden a ser los valores promedios del índice. De la comparación entre el secado al aire (un día) y el secado en el horno a 105°C se desprende que los materiales tuvieron diferente comportamiento de tal manera que el índice

disminuyó en 25.2%, 33.3% y 18.5% respectivamente para los materiales Puerta Roja, Tuza y La Huerta.(ver figura 3)

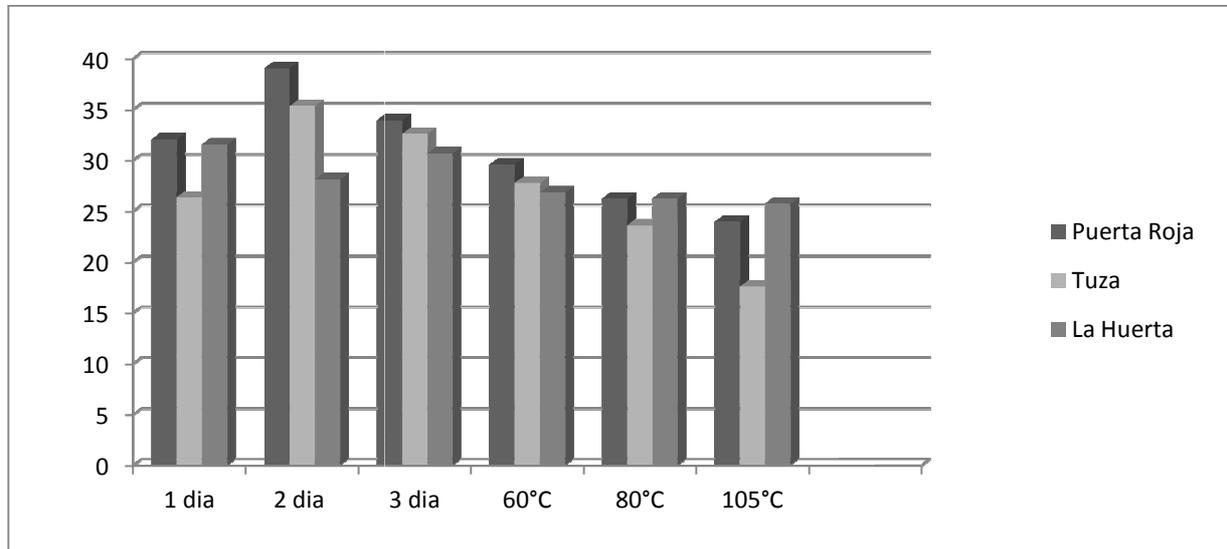


Figura 3. Variaciones del índice de plasticidad promedio por la forma de secado.

3.4 Análisis de regresión y correlación entre porcentaje de humedad al final del secado y las variables consideradas.

La influencia entre los límites, variables dependientes, y el porcentaje de humedad es recíproca o un caso de dependencia bilateral [8]. Se plantearon cuatro ecuaciones matemáticas que permitieron describir la relación existente entre las tres variables expresadas gráficamente a través de líneas de regresión. En la tabla 1 se hace una síntesis de la forma como los tres parámetros mencionados se interrelacionan, esta puede ser a través de una ecuación lineal, una logarítmica, una ecuación exponencial neperiana y una ecuación potencial.

Tabla 1. Funciones matemáticas y ecuaciones del límite líquido (LL) y límite plástico(LP) en función del % de humedad de secado (X).

Función	Ecuación LL	Ecuación LP	R ² (LL)	R ² (LP)
Lineal	LL = 0.8578 X + 55.483	LP = 0.3842 X + 30.799	0.631	0.625
Logarítmica	LL= 5.2081 ln (X) + 54.908	LP = 2.3005 ln (X) +30.59	0.840	0.810
Exponencial	LL = 55.182	LP= 30.719	0.584	0.693
Potencial	L L =54.464	LP=30.448X ^{0.0707}	0.821	0.819

El coeficiente de determinación R^2 mostró para la ecuación logarítmica una mejor bondad en el ajuste, si se considera el sentido secado al horno-secado al aire, el 84% de las variaciones del límite líquido pueden ser atribuidas a su asociación curvilínea creciente con el porcentaje de humedad al final del secado; y el 81 % de las desviaciones del límite plástico presentaron dependencia con tendencia a aumentar con el porcentaje gravimétrico del agua en el suelo al final del secado.

4. CONCLUSIONES

El perfil del suelo muestreado es netamente fino granular, con mineralogía arcillosa de tipo 2:1, expansiva. Tal condición obliga, en cuanto a su manejo, que las propiedades índices asociadas con los límites de plasticidad sean determinadas en el laboratorio con mucha confiabilidad.

El secar al horno la muestra de suelo para preparar el material que debe tamizarse a través de la malla N° 40, disminuye generalmente el valor registrado en pruebas de límite líquido y plástico, y por consiguiente deben evitarse como procedimiento. En los suelos no es necesario realizar ningún secado previo, cuando es posible individualizar manualmente las partículas.

Es importante e imprescindible señalar el procedimiento para la ejecución de los ensayos de límite líquido y plástico, especialmente a que si las muestras se manejan a partir de su humedad natural o si fue secada al aire o en el horno. Los materiales experimentados en su rango de consistencia plástica son muy sensibles y esta propiedad puede variar, aumentando o disminuyendo, de acuerdo a cambios muy pequeños efectuados en los procedimientos de laboratorio. Lo anterior hace que estos sean muy cautelosos y cuidadosos.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Alviz, H., “ Génesis, evolución y caracterización química, física, mecánica e hidráulica de la fase sólida arcillosa de tres suelos con propiedades vérticas del departamento de Sucre-Colombia”, Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 2006. 185p.
2. Bowles , J., “Manual de laboratorio de suelos de ingeniería civil”, Bogotá, Mc Graw-Hill Latinoamericana, 1978. 235p.
3. Márquez, G., “Propiedades ingenieriles de los suelos”, Medellín, Universidad Nacional. 1983. 243p.
4. Álvarez., J. y Hernández O, “Comportamiento mecánico de las arcillas 2:1 en presencia de diferentes cationes en la doble capa difusa”, Sincelejo, Universidad de Sucre, 1998. 85p.
5. (upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.pdf).
6. Lambe, W. y Whitman, R. “Mecánica de suelos”, México, Limusa, 1998. 582p.
7. Whitlow, R., “Fundamentos de mecánica de suelos”. México, CECSA, 1994. 589 p.
8. Juárez, E. y Rico, A., “Mecánica de suelos”, México, Limusa, 1999. 641p.