

ESTUDIO DE SUELOS

Norma aplicada: NSR-10

HOSPITAL NUEVO CURUMANÍ MUNICIPIO DE CURUMANÍ (CESAR)



ARMANDO JOSE RIVERO GALVIS
ING. CIVIL – MSC
CONSULTOR

Versión: 1

DICIEMBRE DE 2022, COLOMBIA

CONTENIDO

Contenido	2
lista de figuras	3
1. InTRODUCCIÓN.....	4
2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL DISEÑO.....	5
3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	6
4 TRABAJO DE CAMPO	7
5 ENSAYOS DE LABORATORIO	9
6 ASPECTOS GEOmorfologicOS.....	10
6.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	10
7 PERFIL ESTRATIGRÁFICO	12
8 EFECTOS SISMICOS LOCALES	14
9 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN	15
10 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE.....	17
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
BIBLIOGRAFÍA.....	24
12 REGISTRO FOTOGRAFICO	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Municipio de Curumaní – Dpto del Cesar.....	6
Figura 2. Numero de golpes N60.....	8
Figura 3. Carta de Casagrande en relación con los tipos de arcillas	9
Figura 6. Perfil de asentamiento elástico para zapata rígida y flexible. (Das, 2013)	16

1. INTRODUCCIÓN

En este informe se hace un recuento del proceso investigativo llevado a cabo en la zona de influencia del lote donde se proyecta la construcción del Hospital nuevo, estructura de un piso localizada en el Municipio de Curumaní, Departamento del Cesar. Se hizo una visita de reconocimiento al predio y se realizó un trabajo de campo mediante exploraciones en el suelo, esto con el fin de conocer el tipo de suelo base de fundación y su capacidad portante. A continuación se exponen los resultados obtenidos en campo y laboratorio los cuales sirven de base para los análisis de las cimentaciones recomendadas y las demás consideraciones para garantizar un adecuado comportamiento estructural de la cimentación.

2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL DISEÑO

Los objetivos de este estudio de suelos se describen a continuación:

- Realizar el estudio de suelos con el fin de investigar las características geotécnicas más relevantes y las propiedades mecánicas de los suelos presentes en el área del proyecto.
- Aportar criterios para el diagnóstico de la estabilidad ante cargas proyectadas de los suelos presentes en el área del proyecto.
- Dar recomendaciones sobre el sistema de cimentación más conveniente a aplicar para el proyecto, calculando la capacidad portante de los suelos para la construcción de la edificación.

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Curumaní se encuentra ubicado en la zona de los Valles de los ríos Cesar y Magdalena, donde la precipitación oscila entre 900 y 1500 mm. Los períodos lluviosos ocurren regularmente entre los meses de abril a junio y de agosto a noviembre; el período menos lluvioso tiene lugar en los meses de diciembre a marzo, siendo el más seco enero. El comportamiento de los Índices de aridez es deficitario, es decir, mayor a 0.3, lo cual significa que se presenta déficit de agua en el suelo durante más de seis (6) meses al año.

La institución se localiza en zona corregimental de San Roque, muy cerca a la carretera nacional (Ruta 4516 via Bosconia).

La temperatura promedio es de 37° C; llegando a alcanzar 40 grados centígrados. Y tiene dos estaciones lluviosas intercaladas por estaciones secas.



Figura 1. Municipio de Curumaní – Dpto del Cesar

4 TRABAJO DE CAMPO

Las actividades en campo se iniciaron con la programación y planeación de los trabajos acordados con el cliente, para la realización de esta actividad se contó con un ingeniero civil de campo, un laboratorista, operadores de equipos de laboratorio y demás personal de apoyo técnico y logístico.

Abarcando la totalidad del área en estudio, se ejecutaron tres (3) sondeos a profundidad entre -3,0 m y -6.0 m, desarrollándose ensayo de penetración standard SPT en cada uno y a cada metro de profundidad, tomándose muestras de suelo alteradas para ser analizadas en laboratorio. En forma complementaria se realiza extracción de muestras alteradas con barreno manual. Lo anterior acorde con el numeral H.3.2 de la norma Colombiana NSR-10. Para realizar toma de muestras alteradas nos apoyamos en la norma I.N.V. E111/07. En el 100% de los sondeos hubo recuperación de muestras para ser analizadas en laboratorio y además los tres (3) se encuentran dentro del área de construcción.

H.3.2.3 — NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS — El número mínimo de sondeos de exploración que deberán efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto se definen en la tabla H.3.2-1.

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Sin embargo, a la profundidad de -6.0 m, se detecta suelo firme asimilable a roca.

- (d) En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla A.2.4.4-1 del Título A de este Reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:
- Categoría Baja: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;

Los resultados de la correlación con el ensayo SPT se encuentran en la Tabla 1 y se ilustran en la siguiente figura

Tabla 1. Numero de golpes N₆₀ (golpes/pie)

PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES/PIE (N ₆₀)		
	S#1	S#2	S#3
0.70 - 1.00	13	18	18
1.70 - 2.50	15	25	28
2.50 - 3.00	22	39	37
3.70 - 4.00	25		
4.70 - 5.00	38		
5.70 - 6.00	45		

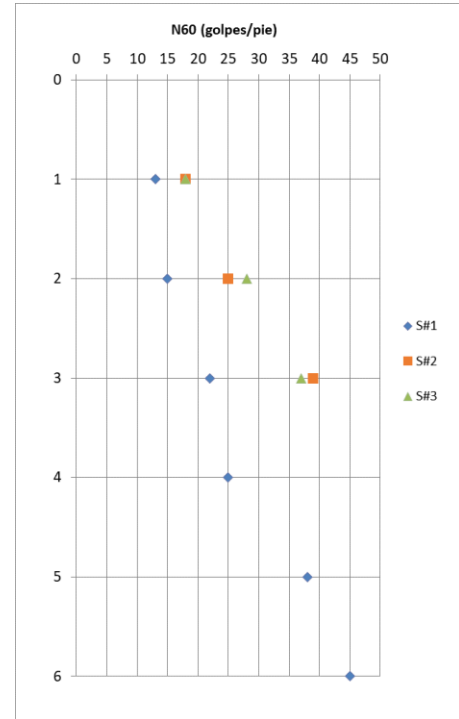


Figura 2. Numero de golpes N60

5 ENSAYOS DE LABORATORIO

A las muestras obtenidas en los sondeos, se les llevaron a cabo ensayos de humedad natural, granulometrías, límite líquido y plástico y peso unitario acorde con las normas INV E-123 INV E-125 INV E-126.

Las actividades del laboratorio ubicado en la ciudad de Valledupar, abarcó todos los ensayos básicos requeridos para identificar en forma acertada y confiable las condiciones actuales del suelo de subrasante. Lo anterior acorde con las normas vigentes del INVIAS, ICONTEC y ASTM. Además cuenta con los certificados de calibración vigentes los cuales han sido validados y parametrizados en forma adecuada.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se presentan en el Anexo respectivo.

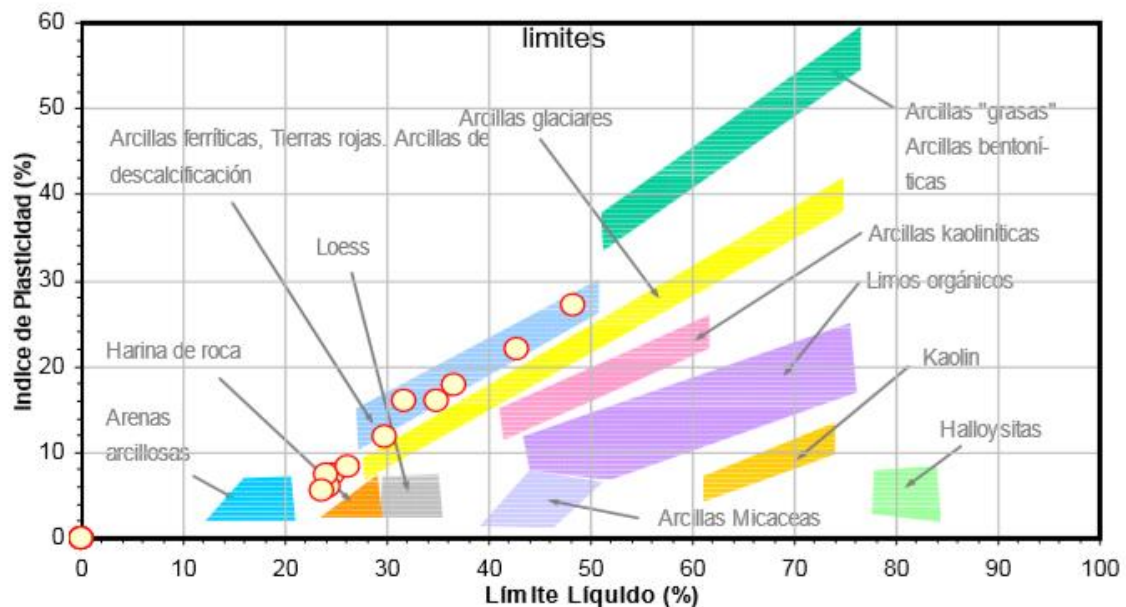


Figura 3. Carta de Casagrande en relación con los tipos de arcillas

6 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

6.1 GEOLOGIA REGIONAL

El departamento del Cesar se encuentra subdividido en tres rasgos geológicos y geomorfológicos principales: la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía del Perijá y la zona norte de la Cordillera Oriental. La SP es una cadena montañosa donde afloran unidades que en general datan desde el Precámbrico hasta el Cuaternario (Wokittel, 1957). Miller, 1962 (Citado por Nova R. et, al., 2012) plantea que se encuentra estructuralmente levantada entre las cuencas de Cesar-Ranchería y Maracaibo. La Serranía del Perijá se encuentra ubicada al noroccidente de Suramérica, entre Colombia y Venezuela, está limitada al norte por la Falla de Oca, y al Sur por la Falla Santa Marta- Bucaramanga, allí afloran las rocas desde el Jurásico hasta el Terciario. Para el jurásico, la tectónica global indica una separación de Pangea por la apertura del golfo de México, y la rotación desde el oeste hasta el norte de Suramérica de la Placa Caribe.

La Serranía de Perijá corresponde a un sistema montañoso cuyo proceso de levantamiento inició en el Mioceno. Está constituida por serranías en las que afloran sedimentos cretácicos y rocas cristalinas, que incluyen principalmente rocas Vulcano sedimentarias del Mesozoico y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico. La historia geológica del sector perteneciente al departamento está enmarcada por el ciclo orogénico Andino. Según García et al., (2005) indica ciclo evolutivo perteneciente a la cuenca Cesar- Ranchería, para la era del Paleozoico comienza con una fase de Margen Pasivo en la que se depositaron sedimentos marinos someros, en ciclos limitados por discordancias, que inician con conglomerados, areniscas y lutitas y culminan con calizas. Las discordancias se asocian a pulsos orogénicos: el primero ocurrido durante el Ordovícico-Silúrico (que metamorfoza la Formación Perijá, y que es correlativo con diferentes unidades en los Andes Suramericanos, desde Mérida hasta Argentina, el otro en el Carbonífero inferior, y el otro en el Pérmico inferior. Todos estos eventos traen consigo el emplazamiento de plutones ácidos en diferentes localidades del norte de Suramérica.

Continuando para el periodo comprendido en el Pérmico Superior- Triásico caracterizado por evento el Margen Comprensivo I en la cual no existe registro sedimentario en la Cuenca

Cesar Ranchería, pero sí intensa actividad magmática y metamorfismo de unidades de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Cordillera Central. Este estilo compresivo, el cual se asocia a la orogénesis Hercínica, es el responsable de la formación de Pangea. Seguidamente se presenta la fase del RIFT correspondiente al periodo Jurásico Inferior (aproximadamente 200 Ma) se inicia la separación de Pangea. En este periodo se genera en la cuenca un extenso registro vulcano-sedimentario debido a que en el área de Perijá se desarrolla un rift continental. Las fallas de basamento que constituyen el Rift se vuelven zonas de debilidad en etapas compresivas posteriores, y por esto muchas de las estructuras encontradas en la subcuenca Cesar tienen fallas de alto ángulo. Estas características prevalecen hasta finales del Jurásico cuando la extensión es suficiente para generar una dorsal oceánica entre Norteamérica y Suramérica e iniciar condiciones de margen pasivo. Las formaciones del Cretácico basal corresponden al relleno post-rift (formaciones Río Negro y Lagunitas) que se caracterizan por presentar diferencias de espesor considerables, y una clara transición de ambientes continentales a una plataforma estable de carbonatos ocurrida durante el Aptiano.

Para el periodo Aptiano – Maastrichtiano Cooper et al. (1995) asume la creación de la cuenta tras arco durante este periodo que se conectan las cuencas de la esquina noroeste de Suramérica, aunque hacia los Valles de Magdalena y Cesar. que explicaría el magmatismo Albiano-Cenomaniano observado en la Serranía de San Lucas (Clavijo et al., 2008) y Cordillera Central (Ibáñez et al., 2007). Por último, en la edad Maastrichtiano Tardío-Eoceno se presenta Margen compresivo II Es de anotar que durante el Cretácico la parte norte del Valle Medio del Magdalena y la Cuenca Cesar-Ranchería se encontraban conectadas, pero el Paleoceno (Formación Lisama) se encuentra erosionado en la parte norte del Valle Medio del Magdalena, mientras que en la subcuenca de Cesar se hace muy espeso. Esto implica la presencia de un elemento levantado en la parte norte de la Cordillera Central. En el área de Ranchería, Bayona et al. (2007) explican la presencia de espesos paquetes de la Formación Cerrejón como resultado del basculamiento de la SNSM.

7 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Desde el nivel superficial hasta la profundidad explorada, el suelo predominante corresponde a intercalaciones de arenas arcillosas (SC) y arcillas de alta plasticidad con arena (CH). Las arenas con %Pasa T_{200} inferiores a 40% y humedad natural menores a 5%, compactación media la cual pasa a compacta a medida que se profundiza en la exploración y las arcillas con %Pasa T_{200} inferiores a 97% y humedad natural menores a 15%, consistencia media, la cual aumenta a medida que se profundiza en la exploración

A partir del nivel -6.0 m el estrato aumenta en forma significativa su compactación relativa y se considera suelo firme, dando rechazo en la exploración al nivel -6.0 m. El bulbo de presiones de la cimentación tiene una profundidad aprox entre 3.0-4.0 m, por lo que se considera adecuada la exploración realizada hasta -6.0 m. Adicionalmente se aprecia uniformidad en el suelo grueso granular, el cual presenta condiciones portantes y estables.

El nivel freático NO se localizó hasta la profundidad explorada, cabe anotar que, al momento de realizar el trabajo de campo, la zona de influencia del proyecto se encontraba en verano. En épocas de invierno intenso, se pueden generar oscilaciones del nivel freático. Sin embargo, estas fluctuaciones pueden subir el nivel entre 1.0 y 1.5 m para la condición más crítica. Por lo anterior se puede considerar que no generaría problemas en la cimentación.



De acuerdo con el registro visual de campo y los ensayos de laboratorio, no se aprecia presencia de suelos especiales (licuables, colapsables, expansivos, etc).

Al estar frente a suelos granulares (H 2.5, NSR-10), aplicamos los criterios de densidad relativa correlacionando el ángulo de fricción interna (ϕ) con el valor N_{60} obtenido del ensayo SPT a partir de las experiencias y recomendaciones dada por Meyerhof, Vesic, el profesor Alvaro Gonzáles (COL) entre otros tratadistas.

En los anexos se encuentran los perfiles que incluyen las propiedades índice en cada auscultación.

8 EFECTOS SISMICOS LOCALES

Teniéndose en cuenta la localización del proyecto, el tipo de suelo y el uso de éste, de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente (NSR-10), tenemos:

- Aa = Aceleración pico-efectiva, Aa = 0,15
- Zona de amenaza sísmica = Intermedia
- Coeficiente Fa = 1.5, Coeficiente Fv = 2.4
- Coeficiente de importancia = Grupo IV. Edificaciones indispensables I = 1,5

Tipo de Perfil del suelo = D

Basados en el procedimiento de clasificación según el artículo A.2.4.5 de la norma NSR-10, se realizan los siguientes pasos para validar el perfil adoptado:

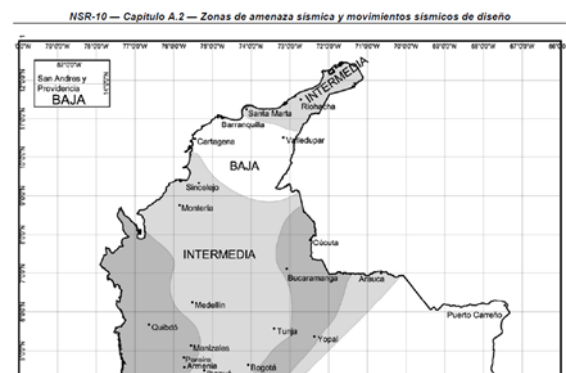
Paso 1: El suelo encontrado no cae dentro de ninguna clasificación de las categorías del perfil de suelo F, ya que no son: suelos licuables, expansivos, dispersivos, turba, arcillas orgánicas, arcillas de muy alta plasticidad ni grandes espesores de arcillas de rigidez mediana a blanda.

Con base en las memorias descriptivas de las planchas geológicas de la zona en estudio, se logra extrapolar hasta los 30 m de profundidad el valor de los 19 golpes/pie, proyectando este mismo valor hasta dicho nivel. Lo anterior teniendo en cuenta la mejoría del depósito con un número mayor de N_{60} a medida que se

Paso 2: El suelo no clasifica como tipo E, ya que no hay presencia de arcillas blandas con espesor de 3.0 m o más.

Paso 3: Con base en el criterio de N_{60} , el perfil de suelo que corresponde es el tipo D, ya que tiene un N promedio de 19 y queda entre 15 y 50 referido en la norma.

profundiza en el estrato, los cuales se mantienen homogéneos en profundidad.



9 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN

Las zapatas son cimientos superficiales, consisten en un elemento de transición que transmite las cargas de la edificación al subsuelo. Conforman una especie de extensión inferior ensanchada de la columna con el fin de transmitir al suelo la carga en un área mayor. La capacidad de carga última bruta puede ser determinada con la siguiente ecuación:

$$q_u = c'N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Un factor de seguridad adecuado debe utilizarse para calcular la capacidad de carga admisible neta. Para losas sobre arcillas, el factor de seguridad no debe ser inferior a 3.0 bajo carga muerta y carga viva máxima, igualmente para losas en arenas. Para arcillas saturadas y condición de carga vertical, la formula de capacidad portante tiene ciertas variaciones, como se muestra a continuación:

El asentamiento de una losa de cimentación puede reducirse disminuyendo el incremento de presión neta sobre el suelo y aumentando la profundidad de empotramiento D_f . Este aumento es particularmente importante para losas sobre arcillas blandas, donde se esperan grandes asentamientos por consolidación. (Das, 2013)

Coeficiente de reacción K_s : En el caso de cimentaciones del tipo losa o viga de cimentación, se suele recurrir al modelo de Winkler o método del coeficiente de balasto. Este coeficiente K , que nos será facilitado a través del informe geotécnico, expresa una constante de proporcionalidad entre presiones y asientos para cada tipo de terreno:

$$P \text{ (T/m}^2\text{)} = K \times \delta \text{ (m)}$$

Una cimentación puede fallar al momento en que los esfuerzos aplicados superan la resistencia al corte que el suelo ofrece. Sin embargo, antes de la ocurrencia de la falla de corte en el suelo, también es posible que una cimentación se someta a un asentamiento lo suficientemente grande para causar daños en la estructura y hacerla disfuncional para el fin para el que está diseñada. Los asentamientos que se pueden experimentar pueden ser por consolidación (tiempos largos) propios de suelos cohesivos y asentamientos elásticos (inmediatos) experimentados en suelos granulares. (Das, 2013)

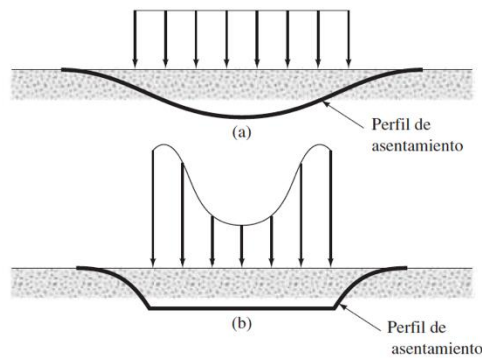


Figura 4. Perfil de asentamiento elástico para zapata rígida y flexible. (Das, 2013)

Coeficiente de reacción K_s : En el caso de cimentaciones del tipo zapata, se suele recurrir al modelo de Winkler o método del coeficiente de balasto. Este coeficiente K , que nos será facilitado a través del informe geotécnico, expresa una constante de proporcionalidad entre presiones y asientos para cada tipo de terreno: $P \text{ (T/m}^2\text{)} = K \times \delta \text{ (m)}$

10 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CIMENTACIÓN EN ZAPATA

$D_f = 1.0 \text{ m}$
 $N_{60} = 13 \text{ golpes/pie}$
 $\Phi = 30.5^\circ$
 $N.F > 6.0 \text{ m.}$
 $\gamma_1 = 1.52 \text{ T/m}^3$
 $\gamma_2 = 1.52 \text{ T/m}^3$

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

$N_c = 31.6$
 $N_q = 19.7$
 $N_\gamma = 22.1$

FACTORES DE FORMA

$\zeta_c = 1.62$
 $\zeta_q = 1.59$
 $\zeta_\gamma = 0.60$

Aplicando la ecuación de capacidad portante, teniendo en cuenta H.4.2.3 y H.4.8 de la NSR-10, tenemos:

$\sigma_u = 63.8 \text{ Ton/m}^2$
 $\sigma_a = 21.3 \text{ Ton/m}^2$

El cálculo de asentamientos elásticos se realiza mediante la teoría de Bjerrum:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E_s} I_w$$

Para lo cual se prevé un asentamiento total de a 4.5 cm (Grande)

Fijando el asentamiento en 2.5 cm, $\sigma_a = 14.9 \text{ Ton/m}^2$ (DATO PARA DISEÑO)

Esfuerzo aplicado de $13.5 \text{ ton/m}^2 < 14.9 \text{ ton/m}^2$. Para zapatas de $1.6 \times 1.6 \text{ m}$

EL F.S indirecto resultante es mayor de 3.0 y cumple con H.4.7 de la NSR-10.

Coeficiente de reacción $K_s = 590 \text{ Ton/m}^3$ (OK para suelo granular)

Acorde con las cargas entre tipos de columnas, su distancia y la homogeneidad del suelo, se prevé que los asentamientos diferenciales estarán dentro de los rangos permitidos por norma que para este caso están cercanos a los 1.6 cm.

Tabla 2. Valores máximos de asentamientos diferenciales NSR-10

Tipo de construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

Tabla 3. Empujes de tierra Rankine

Ángulo de fricción ϕ (°)	30.5
Ángulo de inclinación del suelo β (°)	0
Peso unitario del suelo γ (Ton/m ³)	1,55
Fricción suelo-muro	0,25
Coeficiente de presión de tierras activo K_a	0,33
Coeficiente de presión de tierras pasivo K_p	3,07
Coeficiente de presión de tierras reposo K_o	0,5

Memorias de cálculo para capacidad portante en cimentación superficial.

Acorde con las teorías de resistencia límite del suelo, para el estrato soporte y base de fundación se utiliza la ecuación de Capacidad Portante Admisible que emplea los mecanismos de falla de Prandtl modificada con los factores de capacidad portante, tales como corrección por forma y por profundidad de desplante, establecidos por Meyerhof en 1963, afectando este valor por un F.S de 3.0.

Al tener D/B menor a 4, estamos frente a cimentación superficial con cimientos corridos, donde D = profundidad de desplante de la cimentación y B = ancho del cimiento; así la formulación propuesta dada es la siguiente:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c + \bar{q}N_q s_q d_q + 0.5\gamma B'N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

En esta ecuación:

B' = ancho de la cimentación (diámetro para una cimentación circular)

c = cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación,

γ = peso específico del suelo,

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

i, d, s = Factores de corrección por forma, profundidad e inclinación

Factores por forma:

$$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$$

$$s_q = s_\gamma = 1$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi \tan^2(45 + \varphi/2)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan 1.4\varphi$$

$$K_p = \tan^2(45 + \varphi/2)$$

Para todo φ

$\varphi > 10$

$\varphi = 10$

Factores de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

$$s_q = s_\gamma = 1$$

Para todo φ

$\varphi > 10$

$\varphi = 10$

Factores de inclinación:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90^\circ}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2$$

$$i_\gamma = 1$$

Para todo φ

$\varphi > 0$

$\theta > 0$ and $\varphi = 0$

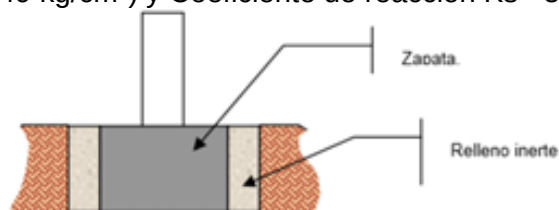
Para el cálculo de los asentamientos inmediatos, la ecuación utilizada es la siguiente

$$\delta = qB \frac{(1-\nu^2)}{E} I_p$$

Esfuerzo actuante (Ton/m ²)	q
Ancho cimiento (m)	B
Relacion Poisson	μ
Factor de forma	I_p
Mod. Elastico Ton/m ²	E
Asentamiento probable (mm)	ρ

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda para el proyecto tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Red de drenajes que impida la llegada de agua a la cimentación lo cual alterará las propiedades de resistencia mecánica del suelo base de fundación.
 - Diseño urbanístico exterior dispuesto en forma perimetral con pendientes hacia afuera, cunetas exteriores y andenes amplios.
 - Las zonas verdes o similares deberán disponer de un sistema adecuado de drenaje que impida cambios de humedad en el subsuelo.
 - Levantar los niveles topográficos del proyecto con el fin de evitar que las aguas de escorrentía se acumulen.
- ❖ El estrato de arenas arcillosas de plasticidad baja y una compactación relativa compacta presente en el subsuelo a partir del nivel -1.0 m aprox., prevé un comportamiento adecuado de la cimentación en zapata, siguiendo las recomendaciones dadas en este informe.
- ❖ Para un sistema estructural aporticado, se recomienda una cimentación en zapata individual de concreto reforzado, cimentada a un nivel de -1.0 m a partir del terreno existente, amarradas mediante vigas de cimentación en ambas direcciones. Se recomienda una altura de zapata no menor a $H=0.30$ m. Sus dimensiones deben ser el resultado de la evaluación de las cargas de servicio que llegan al subsuelo, la capacidad portante de éste, la cual se fija en $\sigma_a = 14.9 \text{ Ton/m}^2$ (1.49 kg/cm^2) y Coeficiente de reacción $K_s = 590 \text{ Ton/m}^3$.



Se recomienda remover el material arcilloso en un espesor de mínimo 0.50 m por debajo de la cimentación y reconfigurarlo por un material granular tipo subbase, controlado su compactación al 95% del proctor modificado, en capas no mayores de 20 cm y que cumpla además con las siguientes especificaciones técnicas adicionales:

Tamaño máximo: <2"

% pasa tamiz $\frac{1}{2}$ " : <75%

% pasa tamiz No 4: <60%

% pasa tamiz No 40: <25%

% pasa tamiz No 200: <15%

CBR de laboratorio: > 40%

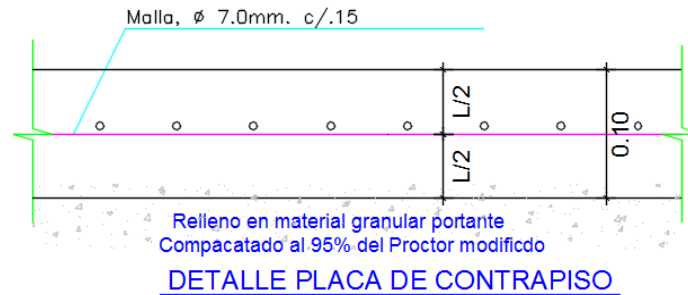
LL e IP : NL – NP

Equiv. De arena > 25%

Desgaste Maq Ángeles: < 40%

Solides en sulfatos (sodio) < 10%

- ❖ Se recomienda una plantilla de contrapiso con altura no inferior a 10 cm, apoyada sobre un relleno en material granular de 25 cm de espesor, la cual deberá estar reforzada con el fin de mitigar las cargas impuestas por la actividad educativa del sitio en estudio.



- ❖ Los asentamientos probablemente se causarán durante la etapa constructiva de la estructura, se prevén inmediatos. Sin embargo se deberán chequear durante y después de la obra civil con el fin de o tener inconvenientes con los acabados.
- ❖ Efectos sísmicos locales: Zona de amenaza sísmica Baja; Aceleración pico-efectiva = 0.15; Tipo de Perfil del suelo = D, Coeficientes $F_a = 1.5$, $F_v = 2.4$, Coeficiente de importancia = Grupo IV. Edificación indispensable, Valor coeficiente de importancia $I = 1.5$.
- ❖ El nivel freático NO se localizó hasta la profundidad explorada. Por lo anterior no se prevén inconvenientes por este aspecto durante la excavación de la cimentación.
- ❖ Material de excavación: Se prevé que parte de la excavación (30% aprox.) será en material conglomerado debido a la presencia de gravas gruesas con sobretamaños que se encontró en campo, el resto se prevé en material común. Tener en cuenta lo anterior para la determinación de la maquinaria y demás consideraciones dentro del proyecto.
- ❖ Se recomienda que el material sobrante de excavación no sea acopiado en las proximidades de la misma, con el fin de no causar sobreesfuerzos en estas áreas ni en áreas circundantes (vecinas), que puedan generar deslizamientos o movimientos del talud. No se recomienda proyectar zonas de acopio de materiales cerca a las excavaciones ni reutilizar este material para fines de ingeniería.
- ❖ Para la excavación de la cimentación, cuya profundidad es de 1.0 m, se recomienda un corte con maquinaria, dejando un talud adecuado que abarque el mayor espacio disponible sin afectar zonas aledañas, se recomienda una pendiente 0.15:1 (h:v) en condición seca o cero lluvias.

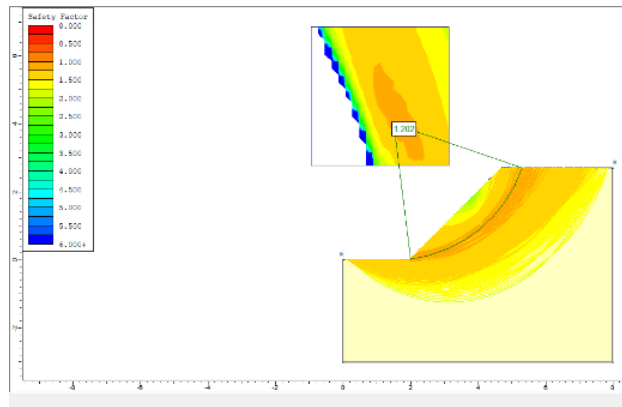
En caso de lluvias durante la excavación, se recomienda instalar una protección perimetral y/o señalizar el borde superior de la excavación, así como instalar señales que indiquen el riesgo de caída en toda la excavación abierta en los sectores de tránsito peatonal. No acumular el material proveniente de las excavaciones sobre el borde de los taludes que no hayan sido previamente definidos como estables y con posibilidad de recibir alguna sobrecarga, así como mantener elementos de contención en los bordes de las excavaciones cuando exista riesgo de caída de materiales.

También se recomienda planificar y señalizar las zonas de circulación de maquinaria y de descarga de materiales, instalar una entrada a la obra diferente para maquinaria y personal, usar siempre un señalista en operaciones de carga, descarga o maniobra en los que no se disponga de visibilidad completa por parte del maquinista, dejar una separación suficiente entre los trabajos de maquinaria y personal y no simultanear trabajos de maquinaria con trabajos manuales.

El supervisor a cargo de la excavación deberá efectuar una revisión diaria del borde superior de una excavación cuando ésta no cuente con entibaciones, con el fin de advertir la posible aparición de grietas que pueden indicar alguna posible falla del terreno. Se deben inspeccionar las excavaciones y entibaciones después de una tormenta, un sismo u otro suceso que ponga en peligro los trabajos, y deben aumentarse las protecciones y defensas si fuera necesario. Después de un tiempo prolongado de paralización de la obra, el personal especializado deberá revisar las excavaciones y entibaciones antes de reanudar los trabajos. Es conveniente, además, realizar periódicamente inspecciones y seguimientos a los parámetros de las excavaciones, humedad, desprendimientos y bordes, inspecciones que deberán ser debidamente documentadas y archivadas.

- ❖ Se requiere de un control topográfico permanente durante la construcción con el fin de realizar un seguimiento continuo y en tiempo real al comportamiento ante cargas y deformaciones.
- ❖ En la etapa constructiva, se recomienda no tener expuestas en forma prolongada las excavaciones; estas deben realizarse en el menor tiempo posible. Las épocas de invierno no son recomendables para acometer este tipo de trabajos. Se debe garantizar que en las tuberías y redes subterráneas no se produzcan fugas que puedan alterar el estado de humedad del subsuelo.
- ❖ Se recomienda implementar un diseño de drenaje antes, durante y después de la construcción de la estructura con el fin de minimizar los efectos de las aguas de escorrentías sobre el suelo base de fundación. Se debe evitar que dichas aguas lleguen a alterar las propiedades de resistencia geomecánica del suelo.
- ❖ La estabilidad de las excavaciones para cimentación de altura menor a 1.0 m presenta un Factor de seguridad mayor a 1.0 con talud 0.15:1 (h:v). El material sobrante de excavaciones

no debe almacenarse en las zonas contiguas a esta puesto que generarán sobreesfuerzos en el talud. Tampoco se recomienda almacenar materiales y/o insumos en estas áreas.



- ❖ Se recomienda llevar un estricto control de calidad en la etapa constructiva con el fin de garantizar la calidad de los materiales y el cumplimiento de las recomendaciones hechas en este informe.
- ❖ Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los cálculos y análisis realizados con base en la información de los resultados de las exploraciones de campo ejecutadas y resultados de laboratorio disponibles. En caso de encontrar condiciones diferentes a las establecidas en el presente informe o si se prevé un cambio sustancial de la construcción o un aumento de cargas debe informarse para emitir las respectivas recomendaciones geotécnicas.

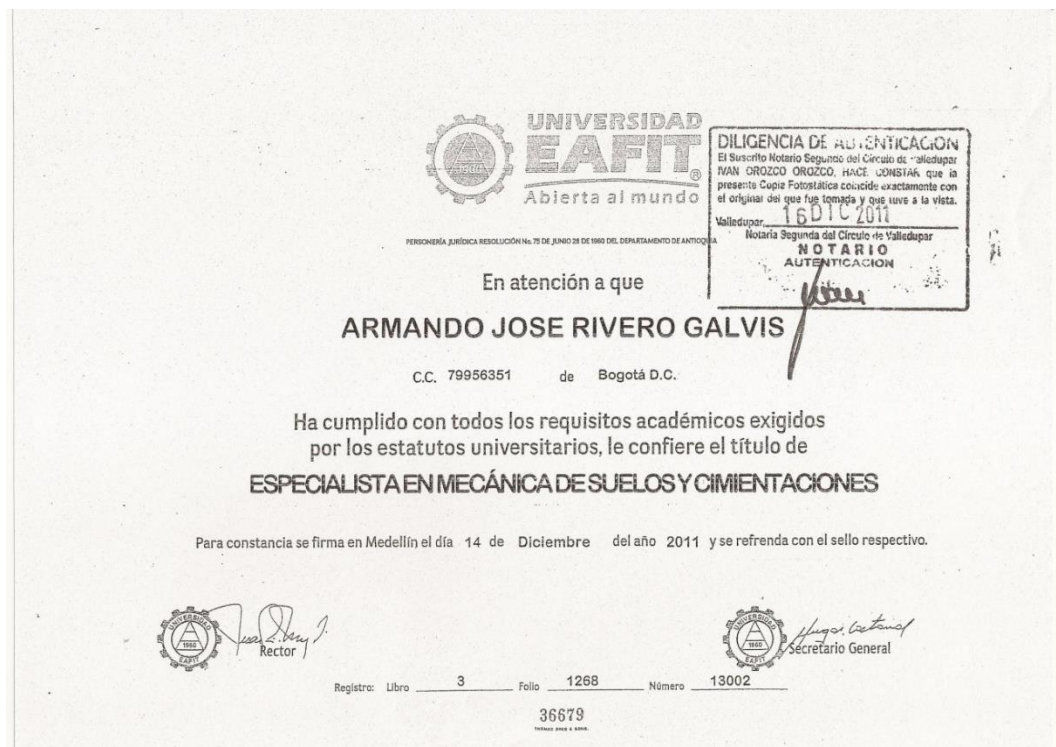

ARMANDO JOSÉ RIVERO GALVIS
Ingeniero Civil - MSc
MP. 25202-101877 CND
Consultor

BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento colombiano Sismoresistente NSR-10/NSR-20
- Geotecnia y Cimientos – Jimenez Salas (2011)
- Ingenieria de Fundaciones – Delgado Vargas (2014)
- Fundamentos de ingeniería Geotécnica – Braja Das (2013)

12 REGISTRO FOTOGRAFICO





LABORATORIO DE SUELOS

SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS - ESTRUCTURAS - VIAS

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO: **HOSPITAL NUEVO CURUMANI**
SOLICITANTE: **JAC MUNICIPIO DE CURUMANI**

FECHA: **Dic de 2022**

LOCALIZACION: **Municipio de Curumani**

SONDEO No. 1

N.F	Prof. (mt)	DESCRIPCIÓN	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA										RQD (cm)	Perforación
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200		
NO SE ENCONTRÓ	1,0	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	CH	83,5	60,6	1	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	N.A	
	2,0	ARENA ARCILLOSA	SC	28,4	7,6	2	100	100	100	95	95	93	90	85	71	40	N.A	
	3,0	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA	CH	56,1	35,8	3	100	100	100	98	97	96	96	95	94	72	N.A	
	4,0	ARENA ARCILLOSA	SC	53,2	32,5	4	100	100	100	100	100	99	89	78	60	41	N.A	
	5,0	ARENA ARCILLOSA	SC	33,2	12,8	5	100	100	100	100	100	100	100	90	71	41	N.A	
	6,0	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CH	52,5	34	6	100	100	100	100	100	100	100	98	94	66	N.A	

Convenciones	Datos de campo
Tipo de perforación:	Operador: Wadilberto Acuña
Shelby	Supervisor: Ing. Roger Galvis
Split Spoon	Fecha inicio: Dic de 2022
Rotación NQ	Fecha final: Dic de 2022
	Observaciones:

INGENIERO JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA

PROYECTO: **HOSPITAL NUEVO CURUMANI**
SOLICITANTE: **JAC MUNICIPIO DE CURUMANI**

FECHA: Dic de 2022

LOCALIZACION: Municipio de Curumani

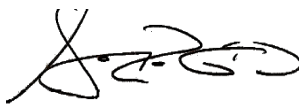
Sondeo No. 2

N.F	Prof. (mt)	DESCRIPCIÓN	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA										RQD (cm)	Perforación
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200		
NO SE ENCONTRÓ	1,0	ARENA ARCILLOSA	SC	35,6	12,3	1	100	100	100	100	100	100	97	87	68	28	N.A	
	2,0	ARENA ARCILLOSA	SC	72,8	50,7	2	100	100	100	100	100	100	90	82	64	35	N.A	
		ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA	CH	77,5	55,5	3	100	100	100	100	100	100	96	93	89	74	N.A	

Sondeo No. 3

N.F	Prof. (mt)	DESCRIPCIÓN	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA										RQD (cm)	Perforación
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200		
NO SE ENCONTRÓ	1,0	ARENA ARCILLOSA	SC	43,5	19	1	100	100	100	100	100	100	100	85	62	37	N.A	
	2,0	ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD	CH	74,4	51,8	2	100	100	100	100	100	100	98	89	81	70	N.A	
	3,0	ARENA ARCILLOSA	SC	56,8	33,9	3	100	100	100	100	100	100	90	68	50	28	N.A	

Convenciones		Datos de campo	
Tipo de perforación:		Operador: <u>Wadilberto Acuña</u>	Fecha inicio: <u>Dic de 2022</u>
Shelby		Supervisor: <u>Ing. Roger Galvis</u>	Fecha final: <u>Dic de 2022</u>
Split Spoon		Observaciones:	
Rotación NQ			



INGENIERO JEFE DE LABORATORIO



LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 1 Sondeo 1
Fecha: Dic de 2022
w (%): 5,9
Color: Amarillo Olivo
Prof (m): 0,70 - 1,0 m

DESCRIPCIÓN: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

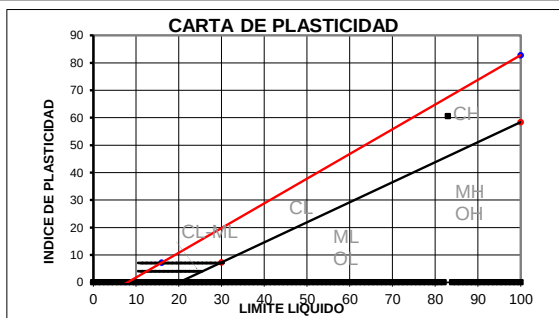
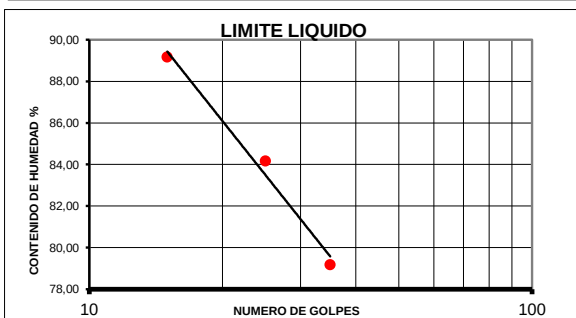
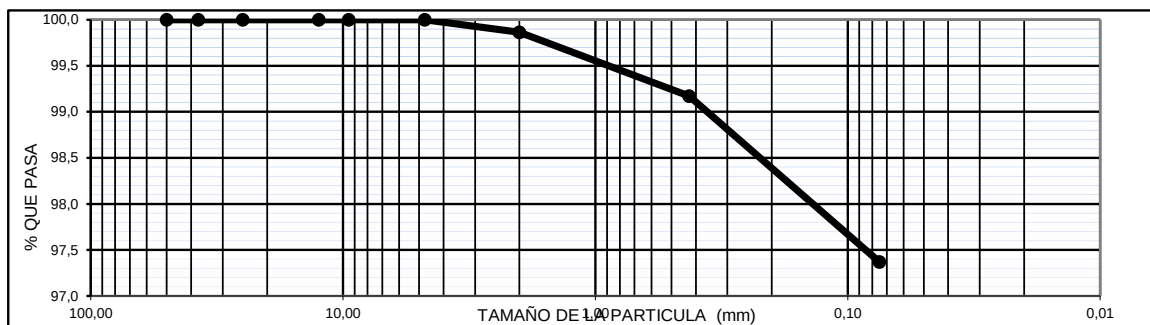
Recipiente No	15	22	12
No de Golpes	35	25	15
P1	29,76	23,43	33,71
P2	19,04	15,14	20,30
0	5,50	5,29	5,26
% Humedad	79,17	84,16	89,16

GRADACIÓN

P1 =	1338,7	P2 =	35,2
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1 1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4		0,0	100,0
No 10	1,8	0,1	99,9
No 40	9,3	0,7	99,2
No 200	24,1	1,8	97,4
P-200	1303,5	97,4	

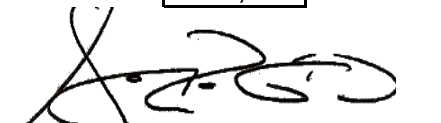
LIMITE PLASTICO

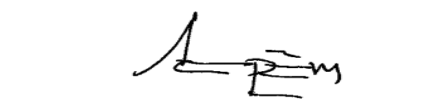
Recipiente No	28	24	30
P1	11,19	10,99	11,61
P2	10,11	9,95	10,43
P3	5,31	5,42	5,38
% Humedad	22,50	22,96	23,37



C. UNIFORMIDAD: - C. CURVATURA: -
LIMITE LIQUIDO: 83,5 INDICE DE GRUPO: 68
LIMITE PLASTICO: 22,9 A.A.S.H.TO: A-7-6
I. PLASTICIDAD: 60,6 U.S.C.: CH

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 2 Sondeo 1
Fecha: Dic de 2022
w (%): 2,9
Color: Pardo Amarillo
Prof (m): 1,70 - 2,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

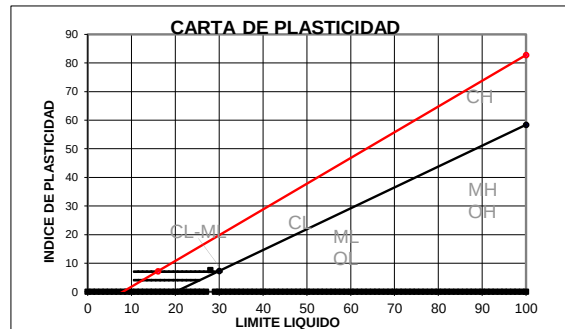
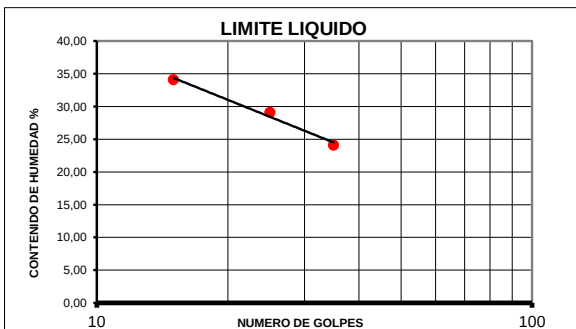
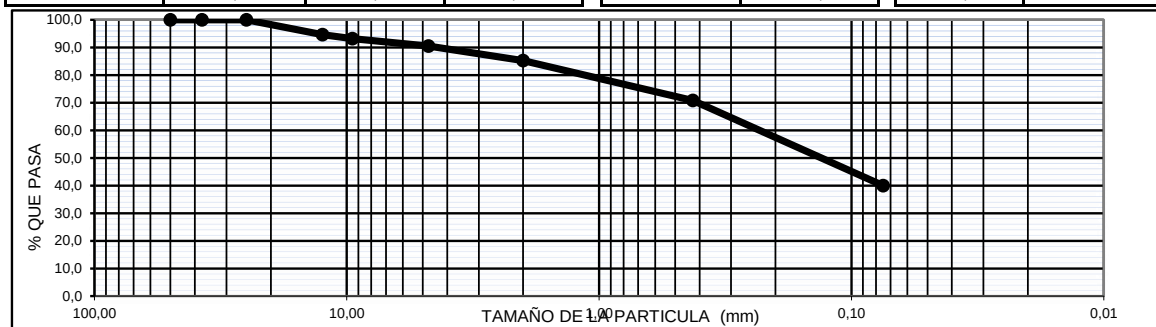
Recipiente No	49	42	46
No de Golpes	35	25	15
P1	22,48	33,81	29,12
P2	19,17	27,39	23,10
P3	5,43	5,32	5,44
% Humedad	24,09	29,09	34,09

GRADACIÓN

P1 = 628,3		P2 = ,	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"	30,3	4,8	95,2
1/2"	3,3	0,5	94,7
3/8"	9,2	1,5	93,2
No 4	17,0	2,7	90,5
No 10	33,2	5,3	85,2
No 40	90,4	14,4	70,8
No 200	193,5	30,8	40,0
P-200	251,4	40,0	

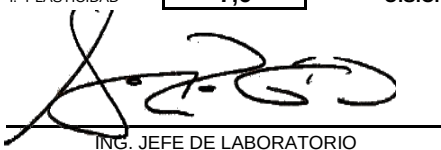
LIMITE PLASTICO

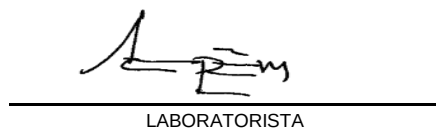
Recipiente No	33	28	35
P1	11,14	11,05	11,56
P2	10,19	10,07	10,45
P3	5,37	5,41	5,35
% Humedad	19,71	21,03	21,76



C. UNIFORMIDAD: **16,7** C. CURVATURA: **0,6**
LIMITE LIQUIDO: **28,4** INDICE DE GRUPO: **0**
LIMITE PLASTICO: **20,8** A.A.S.H.TO: **A-4**
I. PLASTICIDAD: **7,6** U.S.C.: **SC**

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 3 Sondeo 1
Fecha: Dic de 2022
w (%): 14,6
Color: Pardo Amarillo
Prof (m): 2,7 - 3,0

DESCRIPCIÓN: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA

LIMITE LIQUIDO

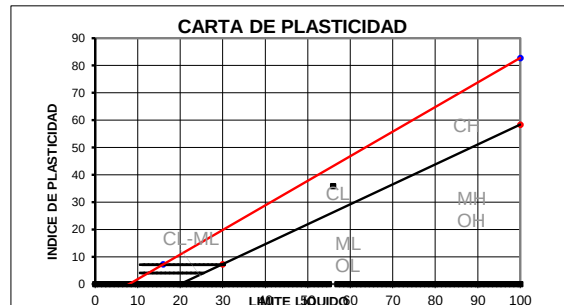
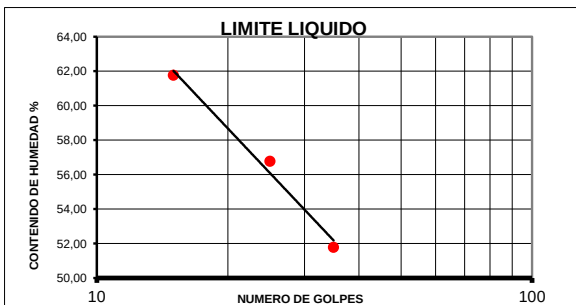
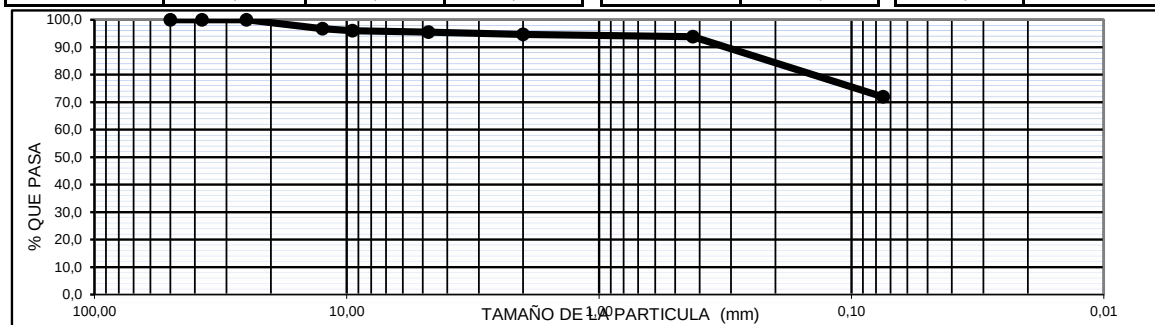
Recipiente No	46	44	38
No de Golpes	35	25	15
P1	29,03	25,12	25,32
P2	21,00	17,94	17,70
P3	5,49	5,29	5,36
% Humedad	51,77	56,76	61,75

GRADACIÓN

P1 =	613,2	P2 =	172,1
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"	10,2	1,7	98,3
1/2"	10,0	1,6	96,7
3/8"	4,0	0,7	96,1
No 4	3,2	0,5	95,5
No 10	5,4	0,9	94,7
No 40	4,9	0,8	93,9
No 200	134,4	21,9	71,9
P-200	441,1	71,9	

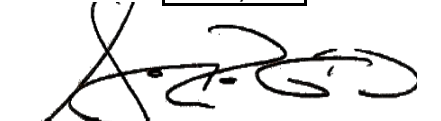
LIMITE PLASTICO

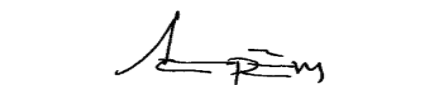
Recipiente No	22	16	21
P1	11,00	10,95	11,09
P2	10,10	10,00	10,10
P3	5,40	5,40	5,40
% Humedad	19,15	20,65	21,06



C. UNIFORMIDAD: - C. CURVATURA: -
LIMITE LIQUIDO: 56,1 INDICE DE GRUPO: 25
LIMITE PLASTICO: 20,3 A.A.S.H.TO: A-7-6
I. PLASTICIDAD: 35,8 U.S.C.: CH

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 4 Sondeo 1
Fecha: Dic de 2022
w (%): 11,7
Color: Pardo Amarillo
Prof (m): 3,70 - 4,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

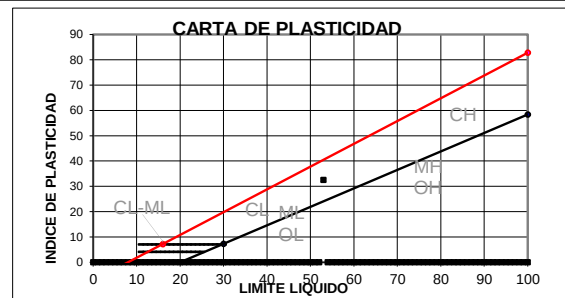
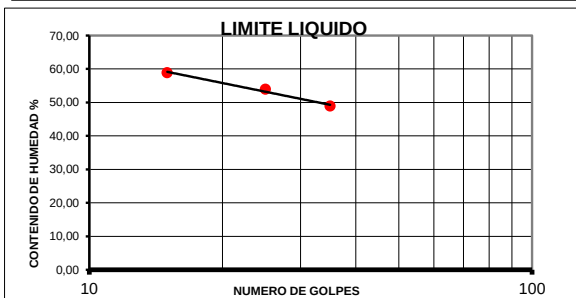
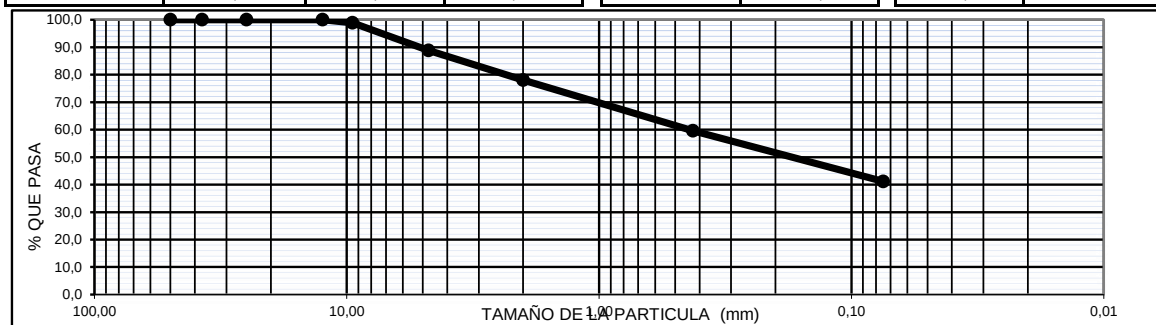
Recipiente No	18	25	21
No de Golpes	35	25	15
P1	27,98	33,92	29,55
P2	20,60	24,00	20,70
P3	5,50	5,59	5,67
% Humedad	48,87	53,88	58,88

GRADACIÓN

P1 =	897,5	P2 =	527,8
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"	10,2	1,1	98,9
No 4	89,6	10,0	88,9
No 10	97,1	10,8	78,1
No 40	165,5	18,4	59,6
No 200	165,4	18,4	41,2
P-200	369,7	41,2	

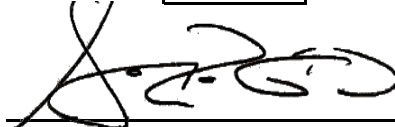
LIMITE PLASTICO

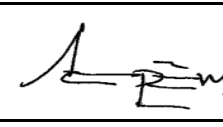
Recipiente No	11	19	29
P1	10,97	11,16	11,16
P2	10,01	10,15	10,15
P3	5,20	5,30	5,40
% Humedad	19,96	20,82	21,26



C. UNIFORMIDAD **110,2** C. CURVATURA **0,4**
LIMITE LIQUIDO **53,2** INDICE DE GRUPO **8**
LIMITE PLASTICO **20,7** A.A.S.H.TO **A-7-6**
I. PLASTICIDAD **32,5** U.S.C. **SC**

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 5 Sondeo 1
Fecha: Dic de 2022
w (%): 13,3
Color: Café
Prof (m): 4,7 - 5,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

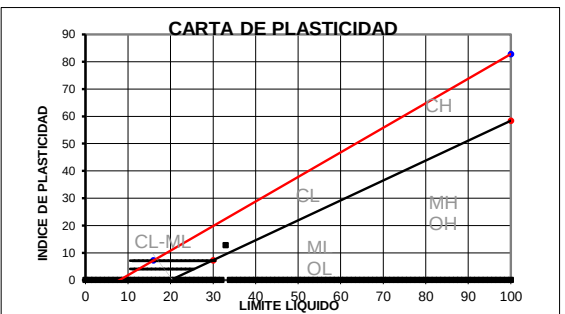
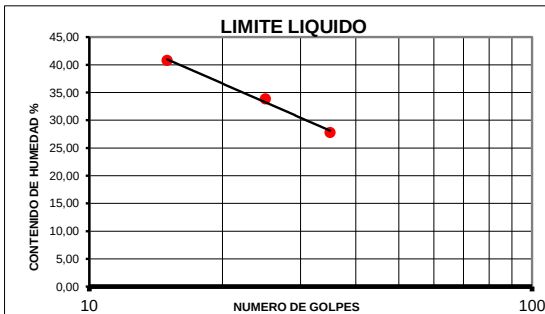
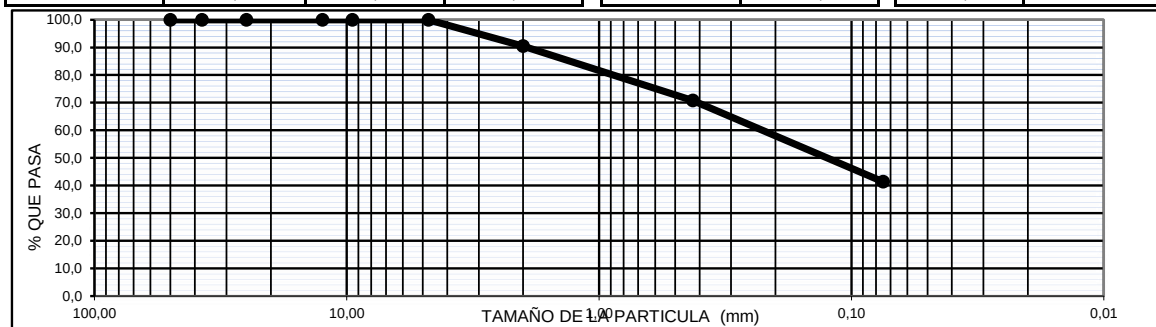
Recipiente No	1	25	26
No de Golpes	35	25	15
P1	27,36	24,40	26,66
P2	22,54	19,60	20,52
P3	5,18	5,40	5,45
% Humedad	27,76	33,80	40,74

GRADACIÓN

P1 =	840,1	P2 =	492,5
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4		0,0	100,0
No 10	80,5	9,6	90,4
No 40	164,8	19,6	70,8
No 200	247,2	29,4	41,4
P-200	347,6	41,4	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	6	9	11
P1	10,90	11,00	11,10
P2	10,00	10,00	10,10
P3	5,30	5,20	5,40
% Humedad	19,15	20,83	21,28



C. UNIFORMIDAD **19,1** C. CURVATURA **0,6**
LIMITE LIQUIDO **33,2** INDICE DE GRUPO **2**
LIMITE PLASTICO **20,4** A.A.S.H.TO **A-6**
I. PLASTICIDAD **12,8** U.S.C. **SC**

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 6 Sondeo 1
Fecha: Dic de 2022
w (%): 14,9
Color: Café
Prof (m): 5,7 - 6,0

DESCRIPCIÓN: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

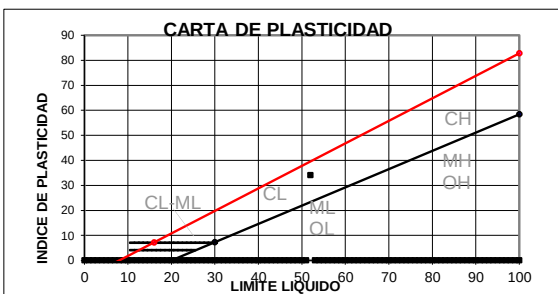
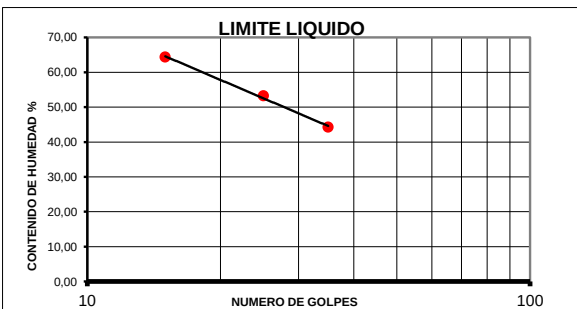
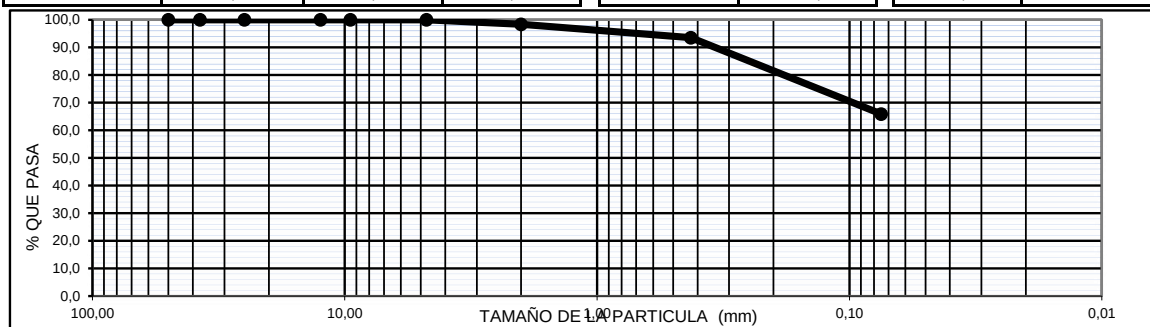
	1	34	296
No de Golpes	35	25	15
P1	33,68	31,12	27,98
P2	25,64	22,90	19,92
P3	7,45	7,44	7,39
% Humedad	44,20	53,17	64,33

GRADACIÓN

P1 = 745,6		P2 = 253,9	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4		0,0	100,0
No 10	12,2	1,6	98,4
No 40	35,9	4,8	93,5
No 200	205,8	27,6	65,9
P-200	491,7	65,9	

LIMITE PLASTICO

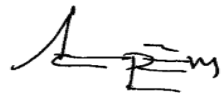
Recipiente No	10	51	55
P1	10,88	10,90	10,94
P2	10,00	10,01	10,02
P3	5,10	5,10	5,25
% Humedad	17,96	18,13	19,29



C. UNIFORMIDAD: - C. CURVATURA: -
LIMITE LIQUIDO: 52,5 INDICE DE GRUPO: 20
LIMITE PLASTICO: 18,5 A.A.S.H.TO: A-7-6
I. PLASTICIDAD: 34 U.S.C.: CH

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 1 Sondeo 2
Fecha: Dic de 2022
w (%): 3,5
Color: Amarillo Palido
Prof (m): 0,7 - 1,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

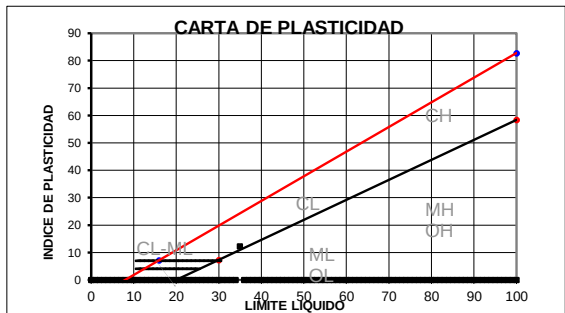
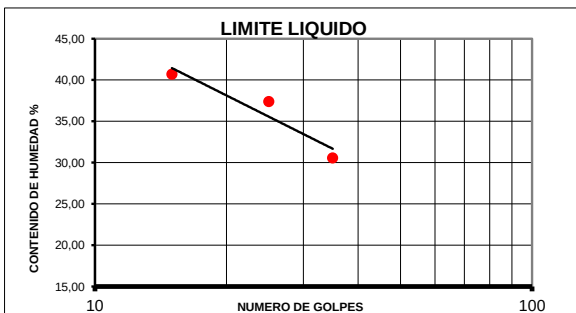
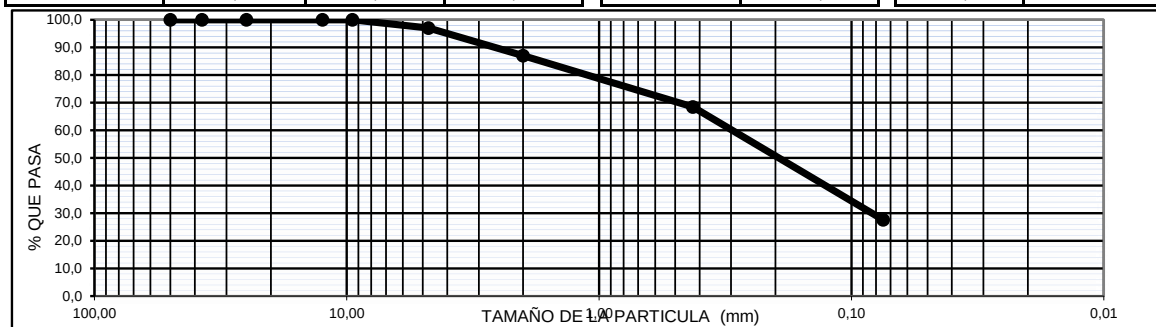
Recipiente No	25	6	18
No de Golpes	35	25	15
P1	29,13	26,51	22,32
P2	23,76	21,05	17,78
P3	6,19	6,45	6,63
% Humedad	30,56	37,40	40,72

GRADACIÓN

P1 =	587,9	P2 =	425,4
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4	17,6	3,0	97,0
No 10	58,9	10,0	87,0
No 40	108,7	18,5	68,5
No 200	240,2	40,9	27,6
P-200	162,5	27,6	

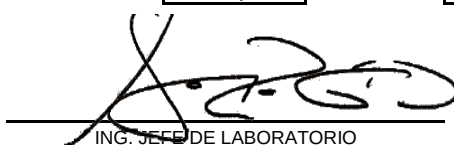
LIMITE PLASTICO

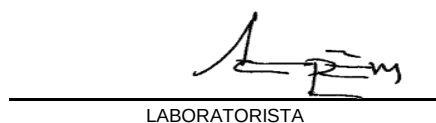
Recipiente No	14	21	26
P1	11,02	11,06	11,09
P2	10,03	10,05	10,06
P3	5,58	5,71	5,82
% Humedad	22,25	23,27	24,29



C. UNIFORMIDAD **8,4** C. CURVATURA **0,7**
LIMITE LIQUIDO **35,6** INDICE DE GRUPO **0**
LIMITE PLASTICO **23,3** A.A.S.H.TO **A-2-6**
I. PLASTICIDAD **12,3** U.S.C. **SC**

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 2 Sondeo 2
Fecha: Dic de 2022
w (%): 3,9
Color: Amarillo Palido
Prof (m): 1,7 - 2,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

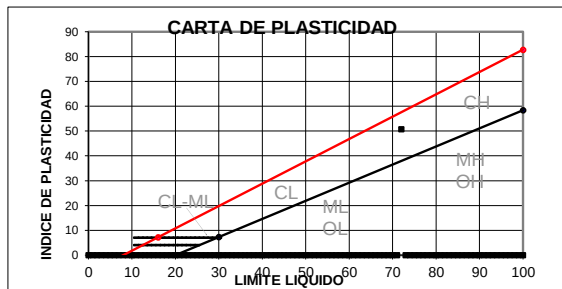
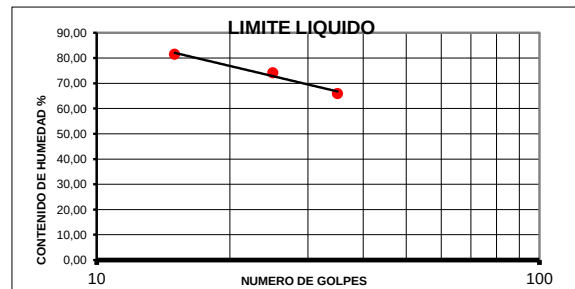
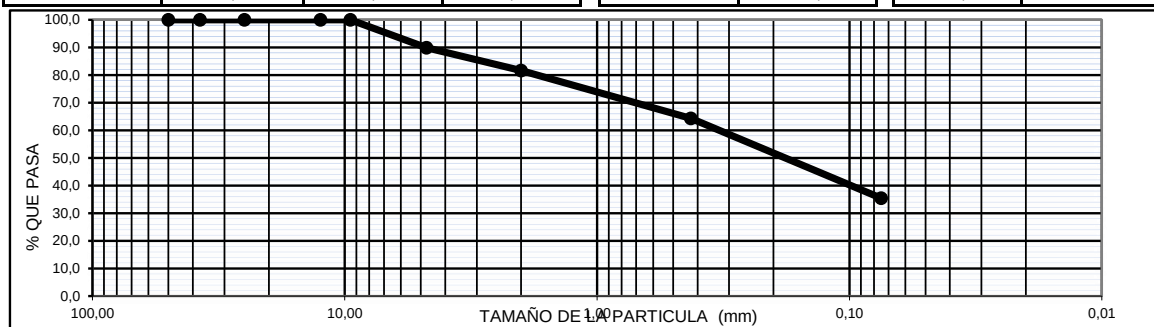
Recipiente No	24	29	35
No de Golpes	35	25	15
P1	35,69	32,74	29,58
P2	24,49	22,00	19,71
P3	7,50	7,52	7,60
% Humedad	65,92	74,17	81,50

GRADACIÓN

P1 =	958,6	P2 =	618,7
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4	97,2	10,1	89,9
No 10	79,1	8,3	81,6
No 40	165,5	17,3	64,3
No 200	276,9	28,9	35,5
P-200	339,9	35,5	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	63	50	60
P1	10,94	10,97	10,96
P2	10,01	10,00	9,98
P3	5,63	5,65	5,65
% Humedad	21,23	22,30	22,63



C. UNIFORMIDAD **20,1** C. CURVATURA **0,5**

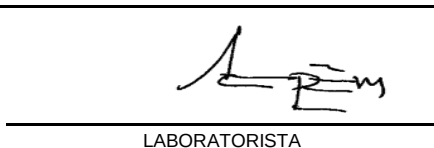
LIMITE LIQUIDO **72,8** INDICE DE GRUPO **8**

LIMITE PLASTICO **22,1** A.A.S.H.TO **A-2-7**

I. PLASTICIDAD **50,7** U.S.C. **SC**

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 3 Sondeo 2
Fecha: Dic de 2022
w (%): 10,2
Color: Café
Prof (m): 2,7 - 3,0

DESCRIPCIÓN: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA

LIMITE LIQUIDO

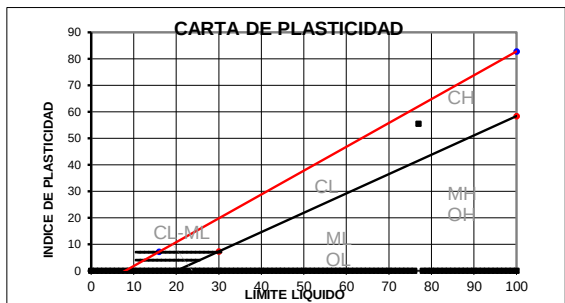
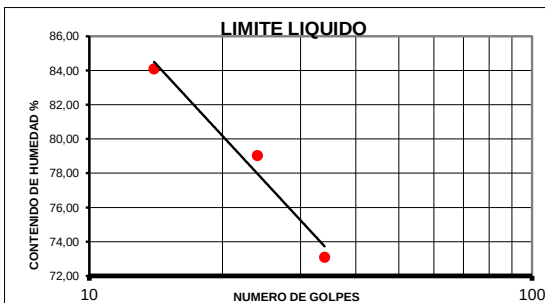
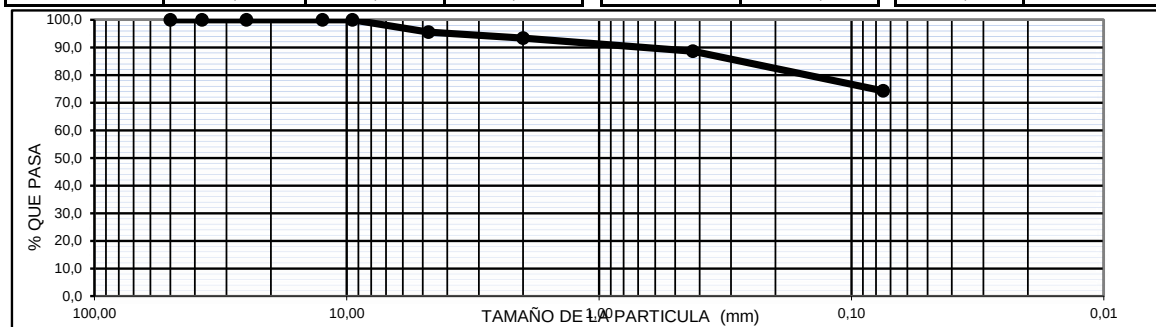
Recipiente No	17	21	10
No de Golpes	34	24	14
P1	34,21	32,21	31,43
P2	22,35	20,79	20,07
P3	6,12	6,34	6,56
% Humedad	73,07	79,03	84,09

GRADACIÓN

P1 =	976,4	P2 =	251,1
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4	43,6	4,5	95,5
No 10	20,8	2,1	93,4
No 40	46,2	4,7	88,7
No 200	140,5	14,4	74,3
P-200	725,3	74,3	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	32	21	2
P1	13,61	13,27	13,21
P2	12,25	11,95	11,85
P3	5,71	5,91	6,06
% Humedad	20,80	21,85	23,49



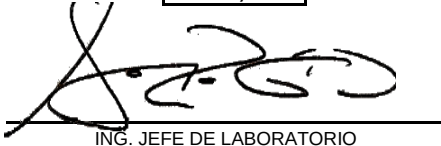
C. UNIFORMIDAD C. CURVATURA

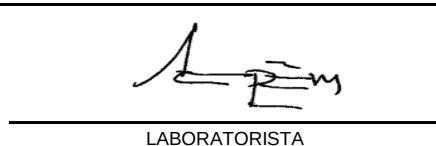
LIMITE LIQUIDO INDICE DE GRUPO

LIMITE PLASTICO A.A.S.H.TO

I. PLASTICIDAD U.S.C.

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

PROYECTO: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 1 Sondeo 3
Fecha: Dic de 2022
w (%): 2,7
Color: Amarillo palido
Prof (m): 0,7 - 1,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

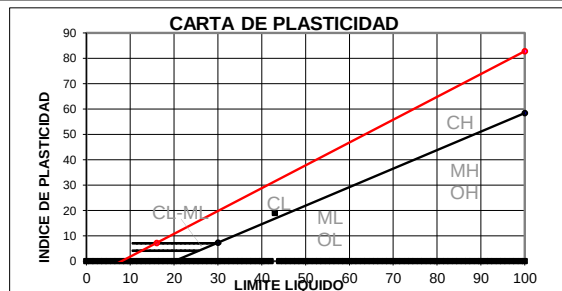
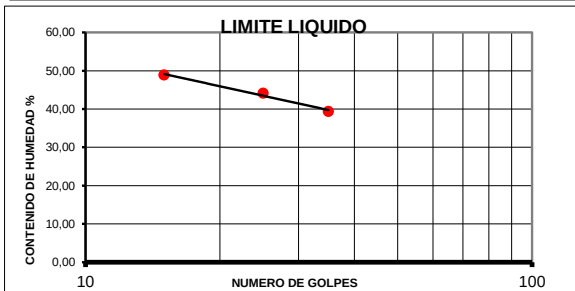
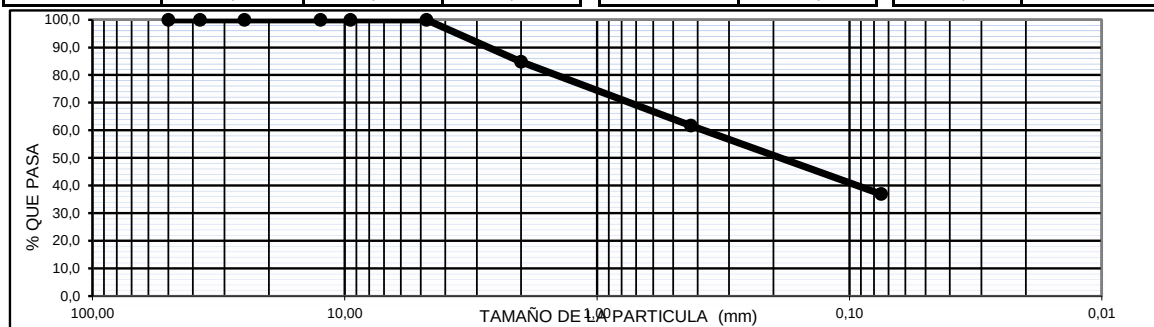
Recipiente No	12	21	22
No de Golpes	35	25	15
P1	26,45	26,05	25,74
P2	20,71	20,02	19,41
P3	6,12	6,35	6,46
% Humedad	39,34	44,11	48,88

GRADACIÓN

P1 =	712,6	P2 =	449,7
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4		0,0	100,0
No 10	108,7	15,3	84,7
No 40	164,1	23,0	61,7
No 200	176,9	24,8	36,9
P-200	262,9	36,9	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	18	28	15
P1	11,13	11,95	11,30
P2	10,14	10,78	10,26
P3	5,89	6,03	6,18
% Humedad	23,29	24,63	25,49



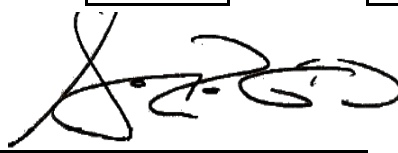
C. UNIFORMIDAD **32,9** C. CURVATURA **0,5**

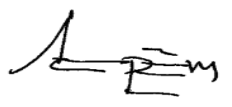
LIMITE LIQUIDO **43,5** INDICE DE GRUPO **2**

LIMITE PLASTICO **24,5** A.A.S.H.TO **A-7-6**

I. PLASTICIDAD **19** U.S.C. **SC**

OBSERVACIONES:


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

OBRA: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 2 Sondeo 3
Fecha: Dic de 2022
w (%): 13,6
Color: Café
Prof (m): 1,7 - 2,0

DESCRIPCIÓN: ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO

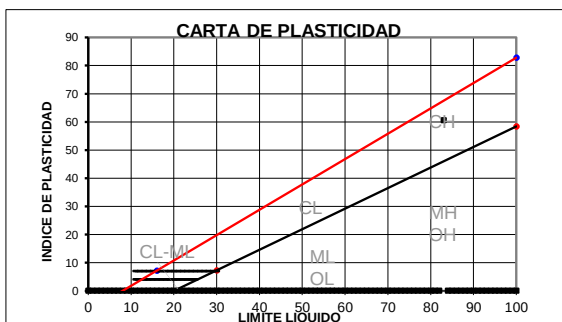
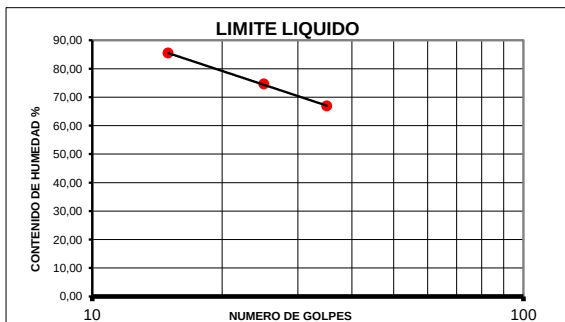
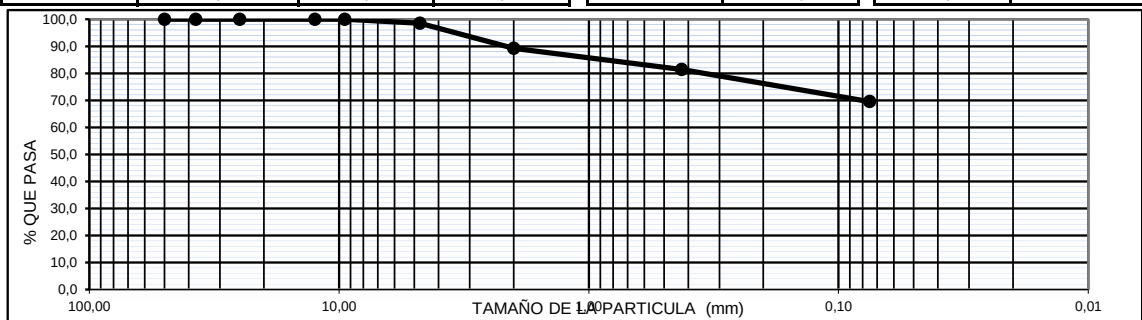
Recipiente No	16	20	35
No de Golpes	35	25	15
P1	40,22	36,59	34,59
P2	26,58	23,67	21,64
P3	6,19	6,35	6,48
% Humedad	66,90	74,60	85,42

GRADACIÓN

P1 =	973,1	P2 =	296,7
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4	14,6	1,5	98,5
No 10	89,9	9,2	89,3
No 40	76,3	7,8	81,4
No 200	115,9	11,9	69,5
P-200	676,4	69,5	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	13	21	35
P1	10,95	11,01	10,98
P2	9,97	10,01	9,98
P3	5,45	5,61	5,72
% Humedad	21,68	22,73	23,47



C. UNIFORMIDAD C. CURVATURA

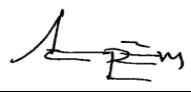
LIMITE LIQUIDO INDICE DE GRUPO

LIMITE PLASTICO A.A.S.H.TO

I. PLASTICIDAD U.S.C.

OBSERVACIONES: _____


ING. JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION

OBRA: HOSPITAL NUEVO CURUMANI
SOLICITANTE: JAC MUNICIPIO DE CURUMANI

Muestra No: 3 Sondeo 3
Fecha: Dic de 2022
w (%): 4,9
Color: Pardo amarillo
Prof (m): 2,7 - 3,0

DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA

LIMITE LIQUIDO

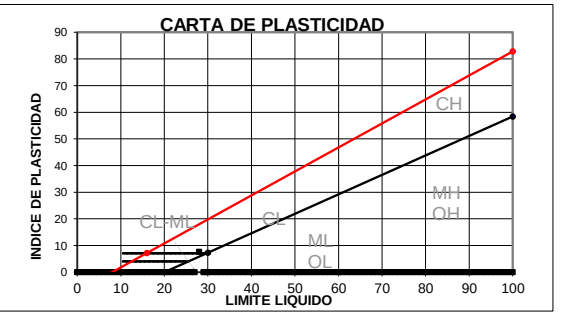
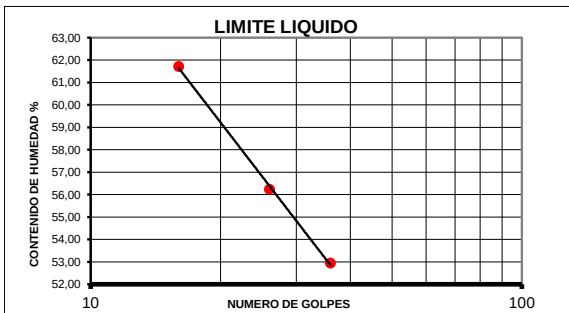
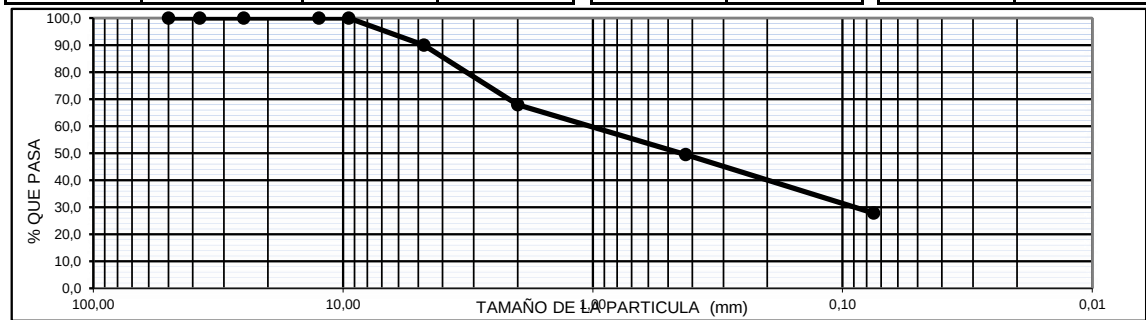
Recipiente No	10	21	34
No de Golpes	36	26	16
P1	31,66	28,12	25,89
P2	23,19	20,67	18,93
P3	7,19	7,42	7,65
% Humedad	52,94	56,23	61,70

GRADACIÓN

P1 = 798,5		P2 = 576,4	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4	80,4	10,1	89,9
No 10	176,2	22,1	67,9
No 40	146,5	18,3	49,5
No 200	173,3	21,7	27,8
P-200	222,1	27,8	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	20	35	45
P1	10,94	10,99	11,03
P2	10,00	10,01	9,99
P3	5,45	5,67	5,89
% Humedad	20,66	22,58	25,37

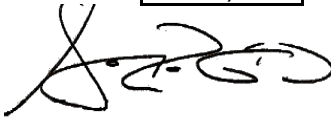


C. UNIFORMIDAD **57,0** C. CURVATURA **0,4**

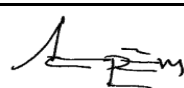
LIMITE LIQUIDO **56,8** INDICE DE GRUPO **3**

LIMITE PLASTICO **22,9** A.A.S.H.TO **A-2-7**

I. PLASTICIDAD **33,9** U.S.C. **SC**



ING. JEFE DE LABORATORIO



LABORATORISTA