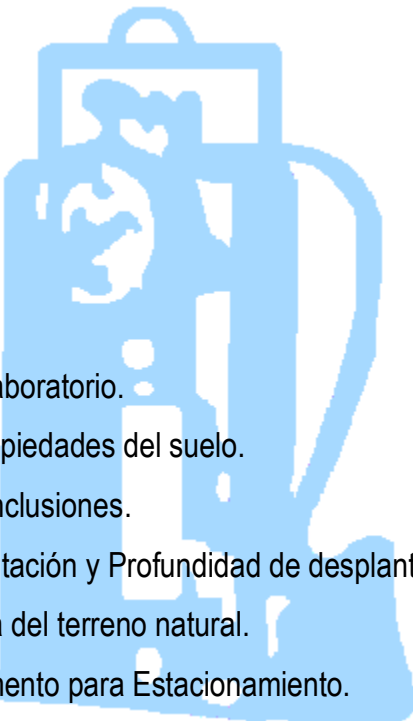


ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS) EFECTUADO EN
UNA FRACCION DE TERRENO UBICADA EN EL AREA DE
ESTACIONAMIENTO DE UNA ESTACION DE SERVICIOS
(GASOLINERA) GAS SAN RAMON, MISMO DONDE SE TIENE
PROYECTADA LA CONSTRUCCION DE LA TIENDA KIOSKO
“GAS SAN RAMON“, MISMA QUE SE LOCALIZA POR EL
BLVD. EMILIANO ZAPATA, EN LA COL. JORGE ALMADA, EN
ESTA CIUDAD CAPITAL DE CULIACAN, SINALOA.

Indice:

- 1) Antecedentes.
- 2) Ubicación geográfica.
 - 2.1) Localización.
- 3) Diseño por sismo.
- 4) Diseño por viento.
- 5) Estudios de campo.
- 6) Exploración y muestreo.
- 7) Estudios y pruebas de laboratorio.
- 8) Perfil estratigráfico y propiedades del suelo.
- 9) Recomendaciones y conclusiones.
 - 9.1) Propuesta de cimentación y Profundidad de desplante.
 - 9.2) Capacidad de carga del terreno natural.
 - 9.3) Estructura de Pavimento para Estacionamiento.
- 10) Bancos de materiales.
- 11) Especificaciones de construcción



1) Antecedentes :

BRN Inmobiliaria del Pacífico S.A. de C.V., a través del C. Ing. Sarah Michelle Valencia Galindo, solicito los servicios de **Control de Laboratorio para la Construcción “Control-Lab”**, con la finalidad de efectuar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) en una fracción de Lote de Terreno, con dimensiones de 17.00 x 16.51 mts. y con una superficie de 281 m²; mismo donde se tiene proyectada la construcción de la **Tienda Kiosko “Gas San Ramón”**, mismo que se ubica por el Blvd. Emiliano Zapata, en la Col. Jorge Almada, en la ciudad capital de Culiacán, Sinaloa.

La Tienda Kiosko **“Gas San Ramón”** en proyecto de construcción, es una edificación de un solo nivel, estructurada con elementos de concreto reforzado y muros de block, rigidizados con dalas y castillos y con una losa aligerada.

Dicho lote y fracción de terreno, al momento de efectuar este estudio, se encontró libre sin construcción ó edificación alguna y libre perimetralmente, mismo donde se efectuó la exploración y excavación de Un Sondeo Tipo Pozo a Cielo Abierto, para determinar el perfil estratigráfico y propiedades del terreno en estudio.



Las colindancias de este terreno en estudio, son como a continuación se indican: Al Norte, Oriente y Poniente, colinda con la demás área de estacionamiento de la Estación de Servicios (Gasolinera), misma que cuenta con pavimento de carpeta asfáltica y mientras que por último, al Sur, colinda con una vialidad y Blvd. Emiliano Zapata, misma que también cuenta con pavimento de carpeta asfáltica, en buenas condiciones.

En el anexo # 1 de este estudio, se anexa la ubicación del terreno con respecto a la ciudad capital de Culiacán Sinaloa, sus colindancias y la distribución de los PCA efectuados, distribuidos representativamente en el terreno en estudio.

2) Ubicación geográfica :

2.1) Localización Geográfica :

El lote de terreno en estudio, se encuentra ubicado por el Blvd. Emiliano Zapata, en la Col. Jorge Almada, en la ciudad capital de Culiacán, Sinaloa y la ubicación del mismo con respecto al centroide de esta ciudad capital de Culiacán, Sinaloa, este se ubica en el Cuadrante I, muy cerca y colindante con el Cuadrante II y específicamente, el área donde se efectuó este estudio, en su punto medio, es en las coordenadas siguientes : 24°47'48.49" de Latitud Norte y 107°24'08.16" de Longitud Oeste, con un altitud de 47 Metros Sobre el Nivel Medio del Mar (MSNMM) aprox.

3) Sismicidad :

Como en este caso en particular, se trata de una edificación pequeña de un solo nivel, tipo tienda, esta es relativamente chica, de baja altura y de construcción pequeña y ligera, que normalmente no es necesario una revisión ó diseño por sismo; con respecto a otras edificaciones grandes y altas, tipo edificios de varios niveles, Puentes, Bodegas, Silos, Tanques, etc.,

4) Diseño por Viento :

Igualmente como en este caso en particular, se trata de una edificación pequeña de un solo nivel, tipo tienda, esta es relativamente chica, de baja altura y de construcción pequeña y ligera, que normalmente no es necesario una revisión ó diseño por viento; con respecto a otras edificaciones grandes y altas, tipo edificios de varios niveles, Puentes, Bodegas, Silos, Tanques, etc.,

5) Estudios de campo :

Para definir la exploración y la cantidad de Pozos a Cielo Abierto por efectuar (PCA), en este caso en particular, se efectuó un recorrido físico en el lugar del terreno en estudio y como se trata de un lote regular relativamente chico, se determinó que prácticamente con la exploración y excavación de un solo Sondeo Tipo PCA, era suficiente por lo pequeño del terreno en estudio, para que con este Sondeo Tipo PCA efectuado, poder determinar el perfil estratigráfico del terreno en estudio y así como también las propiedades físicas y mecánicas de las capas del sub-suelo en estudio, para que con esta información se determine el tipo de cimentación más adecuada y la profundidad de desplante, para determinar y calcular la resistencia del sub-suelo en donde se desplantará la cimentación de la **Tienda Kiosko “Gas San Ramón”**, en proyecto de construcción.

Como se mencionò anteriormente, los estudios de campo consistieron en la exploración y excavación de un solo Sondeo Tipo Pozo a Cielo Abierto (PCA), efectuado con máquina retroexcavadora, hasta una profundidad máxima de exploración de 1.50 mts., medido a partir del nivel del terreno natural que existe actualmente al momento de efectuar este estudio.

6) Exploración y muestreo :

El muestreo de los materiales se efectuó del tipo alterado con muestras para el contenido de humedad natural, verificación del peso volumétrico natural para reproducirse en el laboratorio las mismas

propiedades del suelo y poder determinar así la resistencia de los estratos para fines del diseño de la cimentación de la **Tienda Kiosko “ Gas San Ramón ”**, en proyecto de construcción.

Durante la exploración y excavación del único Sondeo Tipo Pozo a Cielo Abierto (PCA) efectuado, se detectaron los cambios exhibidos por los materiales del sub-suelo en estudio, definiéndose así la estratigrafía del depósito observado en el único PCA efectuado, siendo estos uniforme; mismo que aquí a continuación se describe :

En general, en lo que respecta al área del terreno en estudio; que relativamente es chica, se encontró superficialmente en todo el terreno en estudio, una capa de carpeta asfáltica con espesor de 7.0 cms., seguida de una 1ª. Capa estructural de Base Hidráulica, seguida de una 2ª. Capa de Sub-Base, ambas de banco, de muy buena calidad, ambas de buena apariencia y compactación, de compacidad alta, de color café, de muy buena calidad.

Como se describió al inicio de este informe, la edificación en proyecto es chica y prácticamente ligera, de un solo nivel, por lo que no requiere de un suelo muy firme de alta resistencia y si en caso de que lo requiriera, entonces se procedería a efectuar un mejoramiento de suelo debajo de la cimentación; pero creo que en este caso no será necesario porque como ya lo mencionamos anteriormente, es construcción chica y ligera y además se encontró un suelo muy firme, compacto y resistente, aceptable y apropiado para el desplante de la cimentación de la edificación tipo Tienda Kiosko, en proyecto de construcción.

7) Estudios y pruebas de laboratorio :

Las muestras obtenidas se clasificaron en el laboratorio según los procedimientos manuales y visuales del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), determinándose en el laboratorio las propiedades índice de los suelos encontrados.

Las pruebas índice efectuadas son como a continuación se indican :

- *) Análisis granulométrico (curva granulométrica).
- *) Límites de consistencia de Atterberg (plasticidad del suelo como lo es límite líquido (LL), límite plástico (LP), índice plástico (IP) y contracción lineal (CL), todos en porcentaje (%).
- *) Peso Volumétrico Seco y Suelto (γ_{vss} en kg/m^3).
- *) Contenido de Humedad natural del suelo (W %).
- *) Peso Volumétrico Seco Máximo (γ_d en kg/m^3).
- *) Humedad Optima (%).
- *) Capacidad de carga admisible (Q adm. en ton/m^2).

En el anexo # 2 de este estudio, se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a los materiales encontrados en dicho terreno en estudio, mismo donde se presentan las propiedades físicas de los materiales del sub-suelo en estudio.

8) Perfil Estratigráfico y Propiedades del Suelo :

De la observación directa de la excavación del único Sondeo Tipo Pozo a Cielo Abierto (PCA) efectuado, pudo definirse el perfil estratigráfico del terreno en estudio; determinándose así las variaciones del depósito observado.

Cabe mencionar y es muy importante recalcar, que hasta las profundidades máximas exploradas y excavadas de 1.50 mts., medidos a partir del nivel del terreno natural que existe actualmente al momento de efectuar este estudio, **No se observaron Filtraciones, Ni Esgurrimientos de Nivel de Aguas Freáticas (NAF).**

La composición estratigráfica del terreno en estudio, encontrada en el único Sondeo Tipo PCA efectuado, por lo que a continuación se describen las Dos (2) capas ó estratos encontradas en el terreno en estudio, las cuales definen el perfil estratigráfico encontrado, mismos que es la siguiente :

1ª. Capa :

Superficialmente se encontró una pequeña capa de carpeta asfáltica, del pavimento del área de estacionamiento, seguida ya de la **1a. Capa**, formada por una capa estructura de Base Hidráulica y Sub-Base, de color café, de compacidad alta, encontrada desde la superficie después y debajo de la capa de carpeta asfáltica, de la profundidad de 0.07 mts., hasta la profundidad de 0.50 mts., con espesor de 0.43 mts., misma que es clasificada en base a su dureza de excavación como material tipo II-B (Suelo Intermedio Firme) y en base al S.U.C.S, como tipo GW-GM, de muy buena calidad.

Las propiedades físicas de esta 1ª. capa de Base Hidráulica y Sub-Base, son como a continuación se indican : presenta un Contenido de Humedad Natural (W_o %) de 6.5 %, presenta un Límite Líquido (LL) es de 25.5 %, el Límite Plástico (LP) es de 19.3 %, el Índice Plástico (IP) es de 6.25 %, el Límite de Contracción Lineal (LC) es de 2.5 %, un Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) de 1,680 kg/m³ y un Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM_{ax}) de 2,160 kg/m³, con un contenido de humedad óptimo (W_o %) de 7.0 %, en su prueba de Granulometría, la Malla # 4 pasa 45 % y la Malla # 200 pasa 10 %; por lo que contiene Gravas 55 %, Arenas 35 % y Finos Limosos de baja compresibilidad de 10 %; mismo que es clasificado en base a su dureza de excavación como Tipo II-B (Suelo Intermedio Firme) y en base al SUCS, se clasifica como tipo GW-GM, de muy buena calidad.

2ª. Capa :

Inferiormente a mayor profundidad, se encontró la 2ª. Capa, correspondiente al Terreno Natural, formado por una arcilla de color café oscuro, de alta compresibilidad, de consistencia blanda, encontrada desde la profundidad de 0.50 mts., hasta la máxima profundidad explorada y excavada de 1.50 mts., con espesor de 1.00 mts., misma que es clasificada en base a su dureza de excavación como material tipo III-A (Suelo Blando) y en base al S.U.C.S, como tipo CH, de muy mala calidad.

Las propiedades físicas de esta 2ª. capa de arcilla del terreno natural, de color café oscuro, de consistencia blanda y de alta compresibilidad, son como a continuación se indican :

Presenta un Contenido de Humedad Natural (W_o %) de 25.8 %, presenta un Límite Líquido (LL) es de 62.6 %, el Límite Plástico (LP) es de 26.1 %, el Índice Plástico (IP) es de 36.5 %, el Límite de Contracción Lineal (LC) es de 14.6 %, un Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS) de 1,120 kg/m³ y un Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSSMax.) de 1,550 kg/m³, con un contenido de humedad óptimo (W_o %) de 27.0 %, en su prueba de Granulometría, la Malla # 4 pasa 100 % y la Malla # 200 pasa 78 %; por lo que contiene Gravas 0 %, Arenas 22 % y Finos arcillosos de alta compresibilidad de 78 %; mismo que es clasificado en base a su dureza de excavación como Tipo III-A (Suelo Blando) y en base al SUCS, este se clasifica como tipo CH, de muy mala calidad.

9) Recomendaciones y Conclusiones :

9.1) Alternativa de cimentación y Profundidad de Desplante :

Tomando en consideración las características geométricas y cargas para una edificación pequeña de un solo nivel, tipo **Tienda Kiosko “Gas San Ramón”**, las propiedades físicas determinadas en el terreno en estudio, así como la uniformidad estratigráfica observada, tenemos Tres (3) opciones de cimentación, mismas que a continuación se describen :

9.1.1) Opción # 1, Zapata Aislada :

En esta **1ª. Opción**, se recomienda normalmente emplear una cimentación del tipo superficial a base de Zapata Cuadrada Aislada, desplantada a la profundidad de 1.20 mts. mínimo, sobre la 2ª. Capa de arcilla de color café oscuro, de muy mala calidad.

Otra opción sería efectuar un mejoramiento de suelo para evitar tener una profundidad de desplante poco profunda, esto sería, excavar hasta una profundidad de 1.60 mts., compactar el desplante en arcilla a un 90 % mínimo y luego rellenar 0.60 mts. con material de banco de calidad Sub-Rasante mínimo, en tres (3) capas de 0.20 mts. cada una y compactadas al 95 % mínimo cada una de ellas y ya luego desplantar la cimentación a base de Zapata Aislada, a la profundidad de 1.00 mts.

9.1.2) Opción # 2, Zapata Corrida :

En esta **2ª. Opción**, se recomienda normalmente emplear una cimentación del tipo superficial a base de Zapata Corrida, desplantada a la profundidad de 1.20 mts. mínimo, sobre la 2ª. Capa de arcilla de color café oscuro, de muy mala calidad.

Otra opción sería efectuar un mejoramiento de suelo para evitar tener una profundidad de desplante poco profunda, esto sería, excavar hasta una profundidad de 1.60 mts., compactar el desplante en arcilla a un 90 % mínimo y luego rellenar 0.60 mts. con material de banco de calidad Sub-Rasante mínimo, en tres (3) capas de 0.20 mts. cada una y compactadas al 95 % mínimo cada una de ellas y ya luego desplantar la cimentación a base de Zapata Aislada, a la profundidad de 1.00 mts.

9.1.3) Opción # 3, Losa de Cimentación :

En esta **3ª. Opción**, se recomienda emplear una cimentación del tipo superficial pero en este caso se trata de una Losa de Cimentación, desplantada sobre un relleno de plataforma ya existente de la estructura de pavimento del estacionamiento, solamente si acaso se podrá requerir, una capa adicional de relleno para subir el nivel, con material de banco, de calidad Sub-Base mínimo, con un espesor de 0.20 mts.

Nota Importante :

Es muy importante mencionar y recalcar que de estas Tres (3) opciones de cimentación descritas anteriormente, la más viable a criterio de nosotros, es la **Opción # 3, a base de Losa de Cimentación**, ya que ya existe un mejoramiento y relleno de plataforma de terreno (estructura de pavimento de carpeta asfáltica) y así solamente se le colocará alguna otra capa de relleno para subir el nivel y ya nomas se coloca una Losa de Cimentación, de otra manera con Zapata Aislada ó Corrida, se tendrán que hacer trabajos de excavaciones para la cimentación y luego relleno de la cimentación, innecesarios porque ya existe un relleno y no se ocupa y es mas rápido su proceso constructivo con Losa de Cimentación; Por lo que cualquiera de las tres opciones son adecuadas y correctas, la elección final dependerá ya del Ing. Estructurista, considerando, costos y tiempos de construcción.

9.2) Capacidad de Carga Admisible :

9.2.1) Capacidad de Carga en Estado Natural, para Zapata Aislada y Corrida en el Terreno Natural :

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Admisible ($Q_{adm.}$) en estado natural obtenida a la profundidad de 1.20 mts., sobre la 2ª. Capa formada por una arcilla de color café oscuro, de alta compresibilidad, considerando conservadoramente un suelo puramente cohesivo, con una Cohesión (C) = 0.50 kg/cm², un ángulo de Fricción Interna (Φ) = 0°, con un ancho de cimentación (B) = 1.00 mts., una Profundidad de Desplante (D_f) = 1.20 mts., con un γ_n = 1.650 kg/m³ y unos coeficientes de capacidad de carga de N_c = 5.7, N_q = 1.0 y N_{γ} = 0; al introducir estos valores en la fórmula general de capacidad de carga de Terzagui, tenemos lo siguiente :

$$Q_{adm.} = 13.0 \text{ ton/m}^2$$

Notas : 1) Este valor de Capacidad de Carga Admisible, considera interna e implícitamente un Factor de Seguridad (FS) de Tres (3), para condiciones de trabajo y en condiciones naturales.

9.2.2) Capacidad de Carga en Estado Natural, para Losa de Cimentación :

Para el cálculo de la Capacidad de Carga Admisible ($Q_{adm.}$), desplantada superficialmente sobre una plataforma, con material friccionante de banco, de buena calidad tipo Sub-Base mínimo, con espesor de 0.45 mts. mínimo ya existente, de compacidad alta y considerando conservadoramente un Angulo de Fricción Interna (Φ) = 30°, con una Cohesión (C) = 0.15 kg/cm², con un ancho de cimentación (B) = 1.00 mts., un D_f = 0.00 mts., con un γ_n = 1,950 kg/m³ y unos coeficientes de capacidad de carga de N_c = 35, N_q = 22 y N_{γ} = 20; al introducir estos valores en la fórmula general de capacidad de carga de Terzagui, tenemos lo siguiente :

$$Q_{adm.} = 27.5 \text{ ton/m}^2$$

Notas : 1) Este valor de Capacidad de Carga Admisible, considera interna e implícitamente un Factor de Seguridad (FS) de Tres (3), para condiciones de trabajo y en condiciones naturales.

9.3) Estructura de Estacionamiento para Estacionamiento :

Para el área de Estacionamiento, como esta es prácticamente estacionario y de puro tráfico ligero tipo "A" y en base al suelo natural existente que se trata de un Limo de regular calidad, para estas condiciones de baja resistencia estructural VRS, se recomienda la siguiente estructura de pavimento (Ya Existente) :

- Carpeta Asfáltica (Ya Existente) ----- 0.07 mts.
- Base Hidráulica ----- 0.20 mts. al 95 % mínimo.
- Sub-Base (de banco) ----- 0.20 mts. al 95 % mínimo.
- Desplante del Terreno Natural ----- 0.20 mts. al 90 % mínimo.

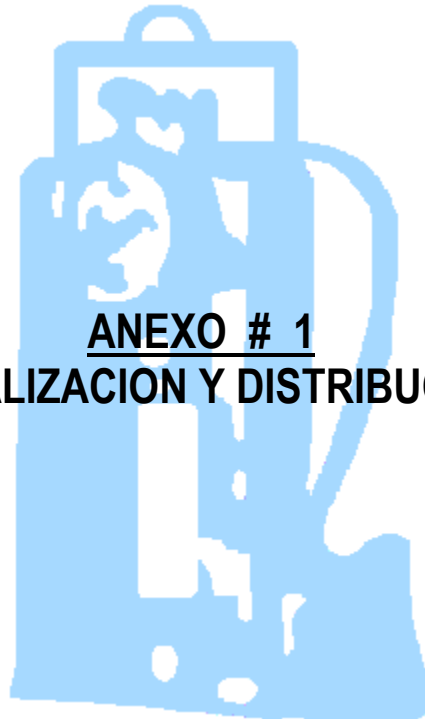
Culiacán, Sinaloa a 29 de Abril de 2024

Atentamente:
Control de Laboratorio para la Construcción

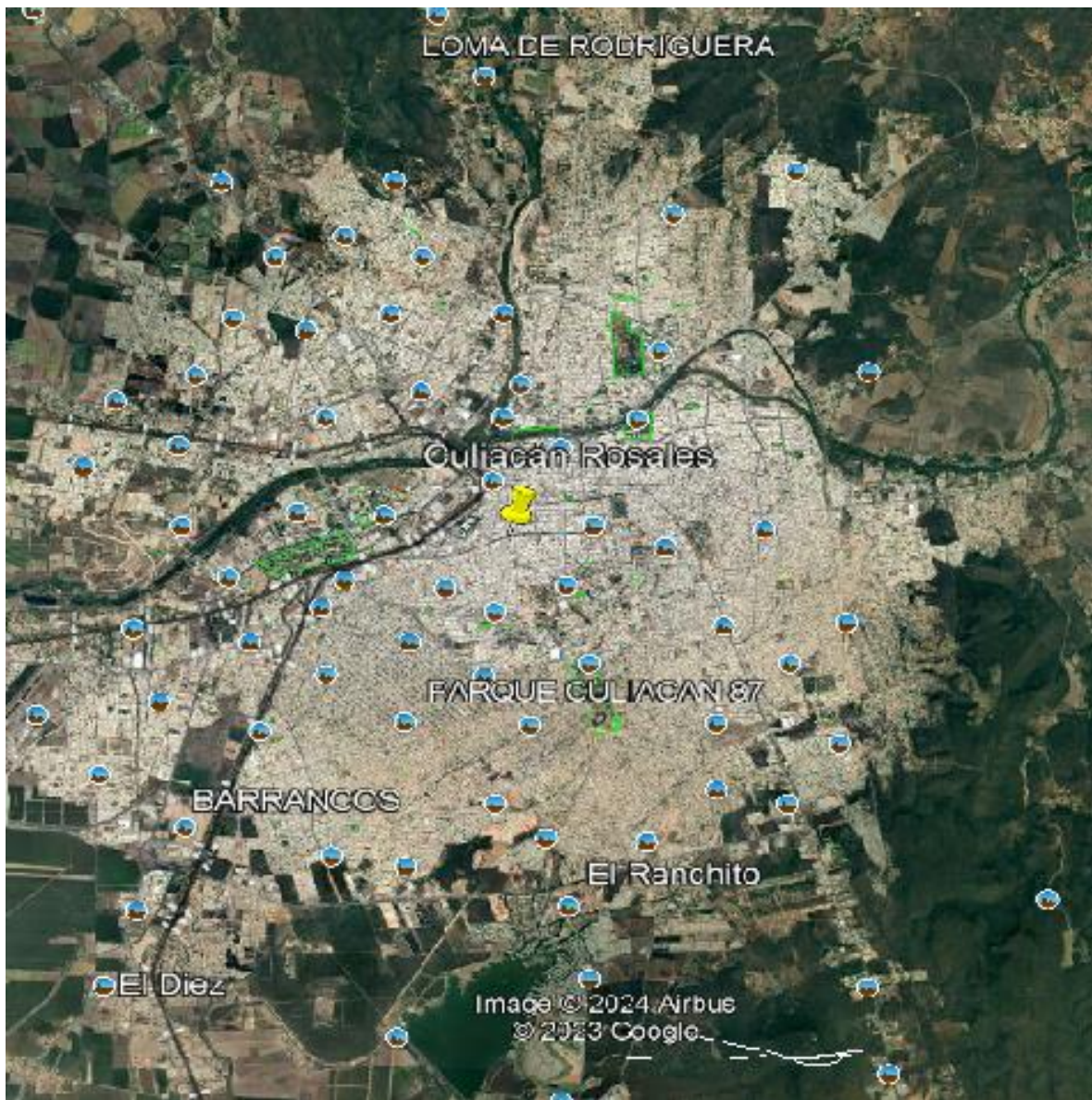
Ing. Carlos A. Garcia Mellado
(Director General)

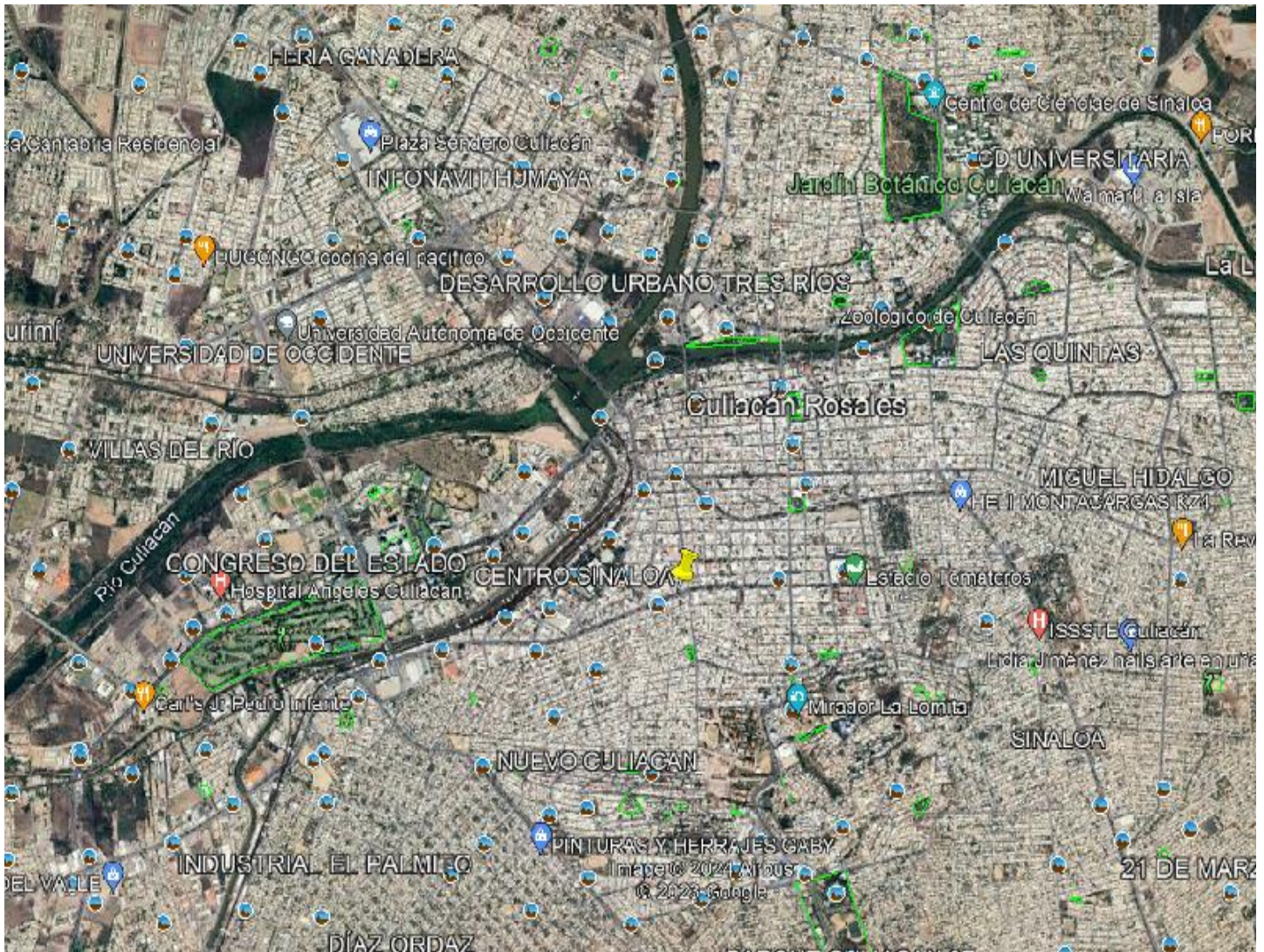
Atentamente:
Control de Laboratorio para la Construcción

Ing. Marco A. Garcia Alvarez
(Representante Técnico)
Ced. Prof. 7255010)



ANEXO # 1 **(CROQUIS DE LOCALIZACION Y DISTRIBUCION DE LOS PCA)**



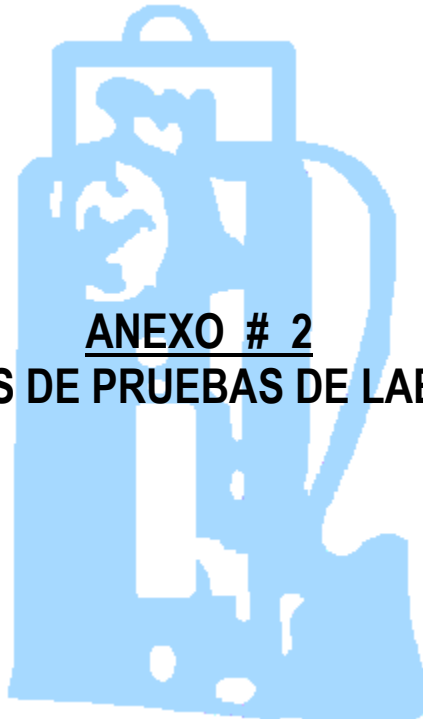













ANEXO # 2 **(RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO)**



ANEXO # 3 **(PERFIL ESTRATIGRAFICO)**

Control - Lab

PERFIL ESTRATIGRAFICO

OBRA ----- : Tienda Kiosko " Gas San Ramón ", ubicada por
UBICACIÓN : Blvd. Emiliano Zapata, Col. Almada, en Culiacán Sin.

FECHA DE RECIBO : 20-Abril-24

FECHA INFORME -- : 29-Abril-24

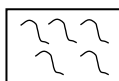
SONDEO # ----- : Uno (1)

(Opción # 1-2 de Ciment. : Zapata Aislada y/o Corrida

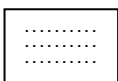
PROF. (MTS.)	ESTRA- TIGRAFIA	HUMEDAD NATURAL (W) EN % LIMITE LIQUIDO (LL) EN % LIMITE PLASTICO (LP) EN %	PESO VOL. NAT. (T/M ³)	DESCRIPCION
0.07 mts.		10 20 40 50		Carpeta Asfáltica.
0.50 mts.				1ª. Capa formada por una Base Hidráulica y Sub-Base, de muy buena calidad y de compacidad alta.
1.50 mts. (fin de sondeo)				2ª. Capa de suelo natural, formada por una arcilla de color café oscuro. de alta compresibilidad y de consistencia blanda, clasificada como Tipo III-A y CH
				Nota : Hasta la máxima profundidad explorada de 1.50 mts., <u>No Se Observó</u> Esgurrimientos Ni Filtraciones de Nivel de Aguas Freáticas (NAF).
				Notas : 1) Opción de Ciment. # 1-2 (Zapata Aislada ó Corrida 2) Respetar nomas si es colindante o interior. 3) Profundidad de Desplante = 1.20 mts. 4) Reforzar con Dalas de Desplante y/o contratrabes. 5) Ya tiene un relleno superficial muy bueno, formado por una Base Hidráulica y una Sub-Base, de muy buena calidad, con espesor de 0.43 mts. 6) Capacidad de Carga Admisible = 13.0 Ton/M2



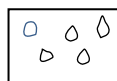
ARCILLA



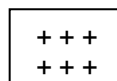
LIMO



ARENA



GRAVA



RELLENO

Control - Lab

PERFIL ESTRATIGRAFICO

OBRA ----- : Tienda Kiosko " Gas San Ramón ", ubicada por
UBICACIÓN : Blvd. Emiliano Zapata, Col. Almada, en Culiacán Sin.

FECHA DE RECIBO : 20-Abril-24

FECHA INFORME -- : 29-Abril-24

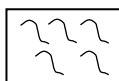
SONDEO # ----- : Dos (2)

(Opción # 3 de Ciment. : Losa de Cimentación c/Plataf.

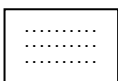
PROF. (MTS.)	ESTRA- TIGRAFIA	HUMEDAD NATURAL (W) EN % LIMITE LIQUIDO (LL) EN % LIMITE PLASTICO (LP) EN %	PESO VOL. NAT. (T/M ³)	DESCRIPCION
0.07 mts.				Carpeta Asfáltica.
0.50 mts.	0.45 mts.			1ª. Capa formada por una Base Hidráulica y Sub-Base, de muy buena calidad y de compacidad alta.
1.50 mts. (fin de sondeo)				2ª. Capa de suelo natural, formada por una arcilla de color café oscuro. de alta compresibilidad y de consistencia blanda, clasificada como Tipo III-A y CH
				Nota : Hasta la máxima profundidad explorada de 1.50 mts., <u>No Se Observó</u> Esgurrimientos Ni Filtraciones de Nivel de Aguas Freáticas (NAF).
				Notas : 1) Opción de Ciment. # 3 (Losa de Cimentación) 2) Profundidad de Desplante = 0.00 mts. 3) Considerar una plataforma de relleno (Ya lo tiene) debajo de la Losa de Cimentación, con espesor de 0.50 minimo (ya lo tiene). 4) Capacidad de Carga Admisible = 27.5 Ton/M2



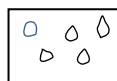
ARCILLA



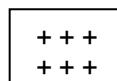
LIMO



ARENA



GRAVA



RELLENO



ANEXO # 4 **(INFORME FOTOGRAFICO)**

“INFORME FOTOGRAFICO “



“ CONTINUACION “



“ CONTINUACION “

