

MECANICA DE SUELOS

FOLIO: EMDS – 605

**INFORME DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO
“SITIO CAMINO REAL” CON UBICACIÓN EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ,
BAJA CALIFORNIA SUR**



JULIO 2025

M.I. Jorge Mendoza Hernández

Cédula profesional 7996519

Jefe de Geotecnia

Ing. Luis Enrique Geraldo Reyes

Cédula profesional 13535929

Jefe de Laboratorio en Mecánica de suelos

Dr. Jesús Guillermo Camarena Vázquez

Cédula profesional 11797362

Jefe de Geología

CONTENIDO

1	OBJETIVOS Y ALCANCES	1
2	ANTECEDENTES	2
2.1	UBICACIÓN DE SITIO DE ESTUDIO	2
2.2	VIENTOS	3
2.3	SISMOS	3
2.4	REGIONALIZACION SISMICA.....	4
2.5	MARCO GEOLÓGICO GENERAL DEL SUR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR	5
2.5.1	RELIEVE.....	5
2.5.2	PROVINCIA GEOLÓGICA COMPLEJO PLUTÓNICO DE LA PAZ	6
2.5.3	LITOLOGÍA	7
2.5.4	ESTRATIGRAFÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO (CIUDAD DE LA PAZ).....	8
3	TRABAJOS DE EXPLORACION Y DE LABORATORIO	15
3.1	MECANICA DE SUELOS MEDIANTE POZO CIELO ABIERTO	15
3.2	TRABAJOS MEDIANTE POZO A CIELO ABIERTO (PCA).....	16
3.2.1	CALCULO DE CARGA ULTIMA (QU) EN SUELOS.....	16
3.2.2	CALCULO DE ASENTAMIENTO	17
3.2.3	MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL	17
4	SONDEO A POZO CIELO ABIERTO(PCA)	18
4.1	ESTRATIGRAFIA PCA# 1 (0.00-0.90 M)	18
4.1.1	DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA.....	19
4.2	ESTRATIGRAFIA PCA# 1 (0.90-3.00 M)	20
4.2.1	DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA.....	21
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
5.1	CONCLUSIONES.....	22
5.1.1	CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE S.U.C.S. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA).....	22
5.1.2	CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE A.A.S.H.T.O. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA).....	22
5.1.3	ANALISIS DE TERRENO NATURAL COMO SUBRASANTE	23
5.1.4	TIPO DE TERRENO.....	24

5.1.5	ESPECTRO DE DISEÑO REGIONAL OBTENIDO POR MEDIO DEL PROGRAMA DE DISEÑO SISMICO “PRODISIS”	24
5.1.6	LIMITACION CAPACIDAD DE CARGA	26
5.2	RECOMENDACIONES.....	29
5.2.1	PROYECTO	29
5.2.2	TIENDA DE CONVENIENCIA	30
5.2.3	ZAPATA CORRIDA	30
5.2.4	RECOMENDACIÓN DE PAVIMENTO PARA ESTACIONAMIENTO.....	31
5.2.5	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	32
5.2.6	CONSIDERACIONES.....	34
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
7	ANEXOS DE GRAFICAS Y REPORTES FOTOGRAFICOS	36
7.1	ANALISIS DE MATERIAL COMO SUBRASANTE	36
7.1.1	PCA#1	36
7.1.2	PCA#1	37
7.2	CLASIFICACION DE SUELOS	38
7.2.1	PCA#1	38
7.2.2	PCA#1	40
7.3	CARACTERISTICAS DE MATERIALES DE PAVIMENTO.....	42
7.3.1	CARPETA ASFALTICA.....	42
7.3.2	BASE HIDRAULICA.....	43
7.3.3	SUBRASANTE	44
7.4	REPORTE FOTOGRAFICO DE CAMPO.....	45
7.5	REPORTE FOTOGRAFICO DE LABORATORIO.....	46

1 OBJETIVOS Y ALCANCES

El presente estudio de Mecánica de suelos tiene como objetivo conocer las características y las propiedades mecánicas del suelo donde se llevará a cabo el proyecto “**SITIO CAMINO REAL**” ubicada en el municipio de La Paz, Baja California Sur.

Para cumplir con el objetivo, se realizó una visita del lugar. Posteriormente se realizó 1 sondeo mediante Pozo A Cielo Abierto (PCA).

En este informe se describen los trabajos, la exploración realizada y las recomendaciones para el proyecto además se agregan los anexos fotográficos y gráficas de resultados obtenidos en campo y de laboratorio hasta el final de documento.



2 ANTECEDENTES

2.1 UBICACIÓN DE SITIO DE ESTUDIO

El sitio de estudio se encuentra ubicada en el municipio de La Paz, Baja California Sur.

Las siguientes coordenadas UTM mostradas en la tabla, son ubicaciones de sondeos ejecutados:

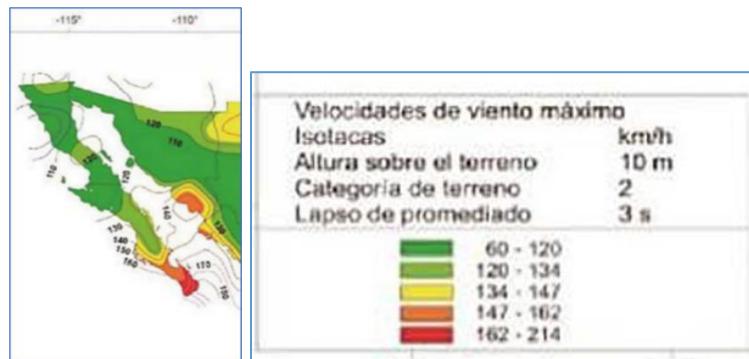
TIPO DE SONDEO	PROFUNDIDAD Máxima (m)	COORDENADAS UTM (GOOGLE EARTH)		OBSERVACIONES NIVEL FREÁTICO
		X(m)	Y(m)	
PCA #1	3.00	571763.14	2660693.36	NO



Ilustración 1:FUENTE (GOOGLE EARTH)

2.2 VIENTOS

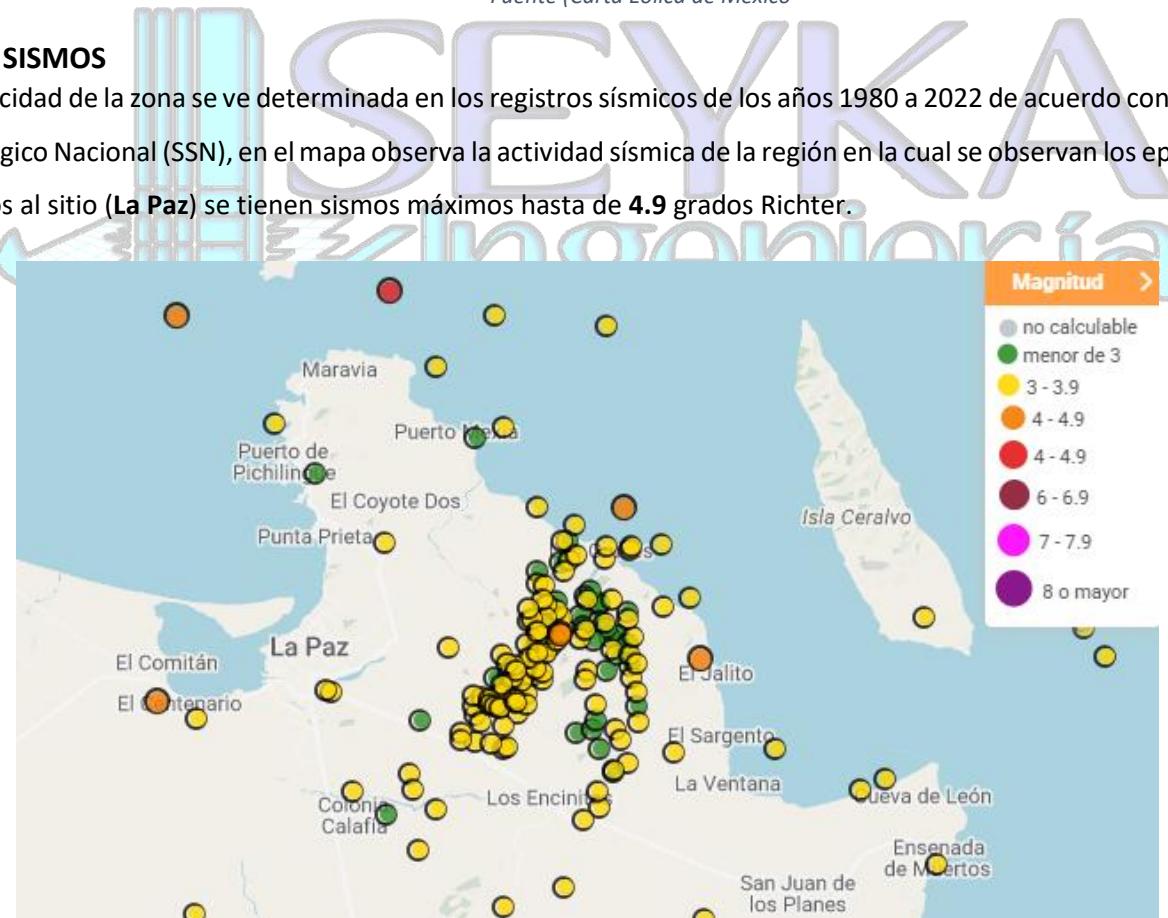
De acuerdo a los antecedentes de huracanes o ciclones, en el manual de obras civiles de Comisión Federal De Electricidad (CFE-2020) Diseño Por viento, en la carta eólica de la región y para un periodo de retorno de 50 años, se considera en las isotacas una velocidad de viento de **147-162 km/h**.



Fuente (Carta Eólica de México)

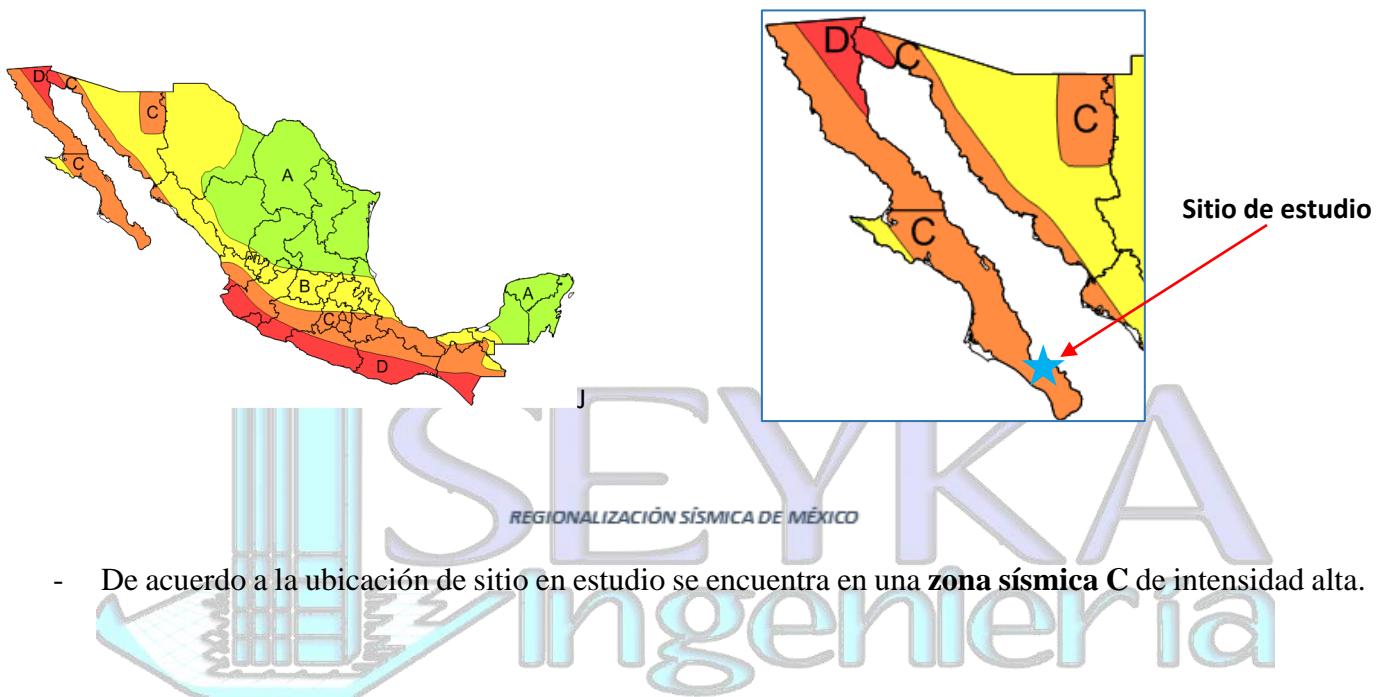
2.3 SISMOS

La sismicidad de la zona se ve determinada en los registros sísmicos de los años 1980 a 2022 de acuerdo con Servicio Sismológico Nacional (SSN), en el mapa observa la actividad sísmica de la región en la cual se observan los epicentros cercanos al sitio (**La Paz**) se tienen sismos máximos hasta de **4.9** grados Richter.



2.4 REGIONALIZACION SISMICA

Las intensidades del peligro sísmico varían en el territorio mexicano en forma continua, tanto los valores de referencia, como los asociados a períodos de retorno. En el manual de obras civiles diseño por sismos (CFE – 2015) propone una regionalización en que se consideran cuatro zonas: dos de baja y dos de alta sismicidad.



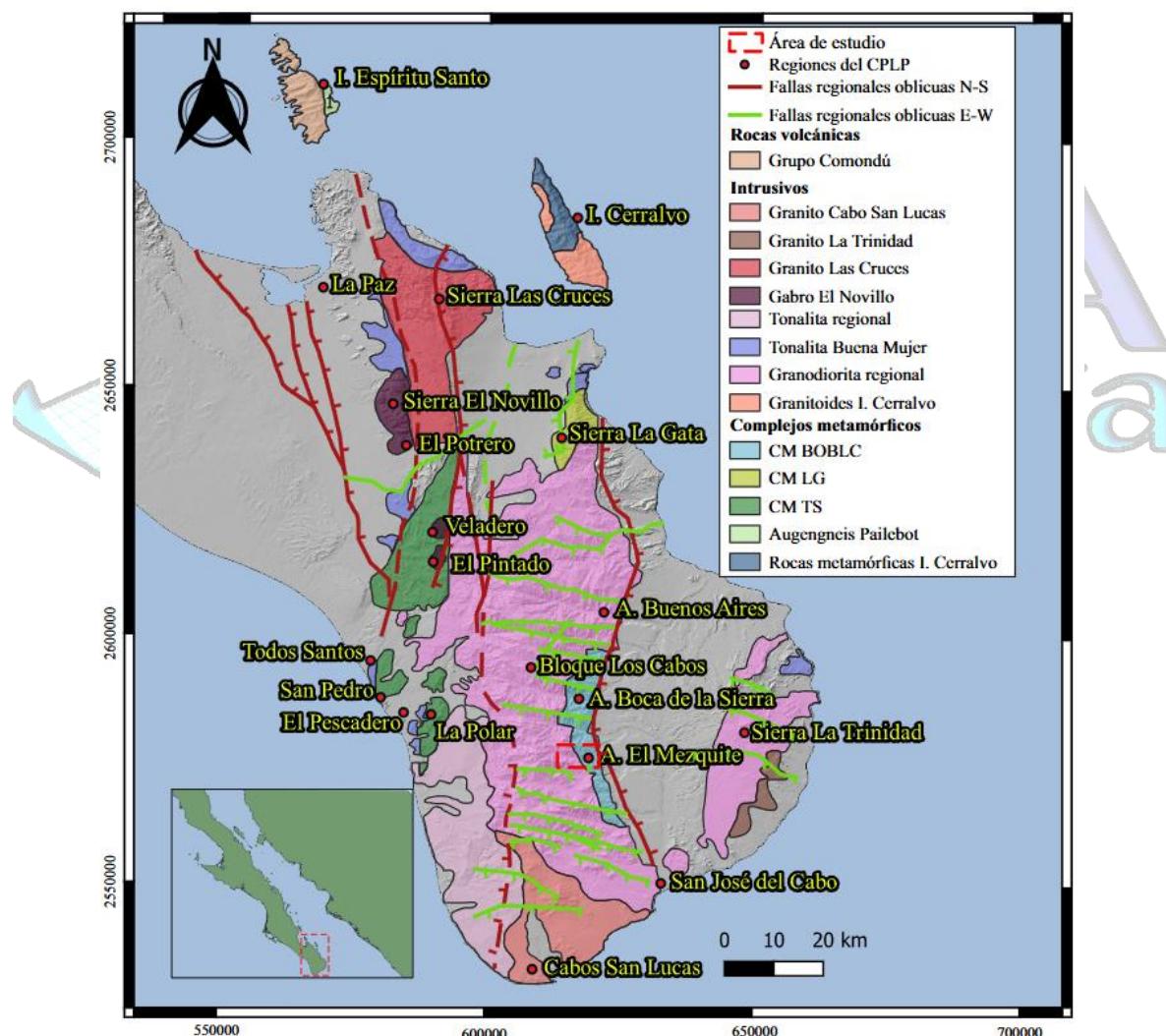
- De acuerdo a la ubicación de sitio en estudio se encuentra en una **zona sísmica C** de intensidad alta.

Aceleración máxima en roca, a_0^r (cm/s ²), corresponde al nivel de referencia ER.	Zona	Intensidad Sísmica
$a_0^r \geq 200$	D	Muy alta
$100 \leq a_0^r < 200$	C	Alta
$50 \leq a_0^r < 100$	B	Moderada
$a_0^r < 50$	A	Baja

2.5 MARCO GEOLÓGICO GENERAL DEL SUR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

2.5.1 RELIEVE

El área de estudio, geológicamente, forma parte de la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz, esta provincia va desde La Paz, hasta el extremo sur, en el municipio de Los Cabos. El relieve en la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz está dominado principalmente por sierras y cuencas en donde resalta un sistema montañoso con orientación aproximadamente norte-sur. Este sistema montañoso es denominado en este estudio bloque Los Cabos y está segmentado por fracturas regionales con orientación casi este-oeste (figura 1). El bloque Los Cabos está conformado por diversas sierras en las que destacan: La Laguna, La Victoria, San Lázaro, El Novillo, La Gata y Las Cruces. El punto más elevado se encuentra en la sierra La Laguna aproximadamente a 2080 msnm.



Mapa geológico del extremo sur del estado de Baja California Sur (Complejo Plutónico de La Paz). Tomado de Camarena-Vázquez et al. (2023).

El extremo norte del bloque Los Cabos es dividido en dos sistemas orográficos que son: La región de La Paz, conformado por la sierra el Novillo y sierra Las Cruces, el segundo sistema se define por la sierra La Gata limitada al occidente por la cuenca San Juan de Los Planes y al oriente por la continuación de la falla San José del Cabo y el Golfo de California. El bloque Los Cabos limita al este por la falla San José del Cabo y la cuenca San José del Cabo.

En cuanto a las cuencas, pueden ser mencionadas de norte a sur la denominada Valle La Paz de una forma angosta en su porción sur y hacia el norte se ensancha hasta llegar al Golfo de California. Su límite este es delimitado por el lineamiento falla La Paz, (estructura que aún se encuentra todavía en controversia) y al oeste por el escarpe de Lomas de La Virgen. La segunda cuenca corresponde a la de San Juan de Los Planes que está limitada al este por la sierra La Gata y al oeste por la sierra El Novillo y Las Cruces (limitadas por la falla San Juan de los Planes). La última cuenca conocida como San José del Cabo se localiza en el extremo sur-sureste, limitada al occidente por la falla de San José del Cabo que la pone en contacto con las rocas del bloque Los Cabos y al oriente por la sierra La Trinidad (Pérez-Venzor, 2013) (figura 1).

Hacia el oeste de la Provincia Complejo Plutónico de La Paz las serranías disminuyen en elevación y se hacen más suaves, hasta llegar a desarrollar una planicie hacia Océano Pacífico. Todo el perímetro del bloque Los Cabos (sistema montañoso central) se encuentra limitado por pequeños afloramientos de rocas metamórficas de distintos protolitos y composición cubiertos parcialmente por un sistema de abanicos cuyos rasgos morfológicos indican dinámicas diferentes.

2.5.2 PROVINCIA GEOLÓGICA COMPLEJO PLUTÓNICO DE LA PAZ

El extremo sur de la península de Baja California fue denominado Complejo Cristalino de La Paz por Aranda-Gómez (1982) posteriormente Ortega-Gutiérrez y colaboradores (1992) por sus características geológicas (raíz de un arco magmático continental) le asignan el nombre de Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz. La provincia se encuentra limitada al este con el Golfo de California y al oeste con el Océano Pacifico, mientras que al noroeste con la Provincia Cuenca de Vizcaíno-Purísima y al noreste con la Provincia Faja Volcánica de La Giganta.

De manera general, esta provincia se caracteriza por un conjunto de sierras y cuencas limitadas por varios sistemas de fallas uno con orientación general norte-sur y otro este-oeste. Las rocas que afloran en la provincia son principalmente plutónicas, así como rocas metamórficas agrupadas en ensambles plutónicos y varios complejos metamórficos (Pérez-Venzor, 2013), también afloran rocas sedimentarias marinas y continentales. La edad de los protolitos de las rocas más antiguas se calcula son del Jurásico Superior (Pérez-Venzor, 2013), a las cuales Hausback (1984) denomina como rocas de basamento. En la región de Todos Santos Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1989a)

agrupan a las rocas metasedimentarias en un ensamble metasedimentario y a las rocas ígneas las dividen en dos grupos (ensamble plutónico postectónico y ensamble pre-a sintectónico). Se sugiere que todas estas rocas son de edad precretáicas (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1989a; Ramos-Velázquez, 1998; Schaaf et al., 2000; Pérez-Venzor, 2013).

Los depósitos sedimentarios están concentrados principalmente dentro de la depresión conocida como cuenca de San José del Cabo (Martínez Gutiérrez y Sethi, 1997), ubicada al noreste del área de estudio. Los depósitos consisten de estratos marinos y no marinos que van del Mioceno medio al Reciente. Los sedimentos cuaternarios incluyen sedimentos formados en abanicos aluviales, aluvión y de playa.

Una de las estructuras predominantes cerca al área de estudio es la falla de San José del Cabo, con una extensión de ~80 km (Fletcher et al., 2000) y que tiene una dirección preferencial norte sur, buzando al este y produciendo un escarpe de más de 1000 m. Esta estructura sobresaliente juega un papel importante en la tectónica y evolución misma de la región, considerándose ésta como el límite oriental del bloque de Los Cabos (Fletcher et al., 2000) (Figura 1).

El piso de la falla que forma el bloque de Los Cabos consiste principalmente de rocas batolíticas mesozoicas. Las rocas plutónicas varían desde gabro a rocas graníticas y prebatolíticas metasedimentarias que han sido fuertemente migmatizadas y metamorfosadas bajo condiciones de facies anfibolita (Fletcher et al., 2000; Schaaf et al., 2000). Asimismo, estas rocas están fuertemente fracturadas y foliadas, definiendo zonas de cizalla en y alrededor del contacto con la falla.

Conglomerados del Plioceno-Pleistoceno que dieron origen a abanicos aluviales están en contacto con la falla. Los depósitos están inclinados hacia el frente montañoso y corresponden a las formaciones Los Barriles y El Chorro (Martínez Gutiérrez y Sethi, 1997).

Las unidades más contemporáneas (Holoceno) corresponden a los depósitos aluviales, fluviales, de duna y playa.

2.5.3 LITOLOGÍA

Las rocas ígneas de la Provincia Geológica Complejo Plutónico de La Paz (Figura 1) afloran en varias regiones, de norte a sur: sierra Las Cruces, sierra La Gata, bloque Los Cabos y bloque la Trinidad. Estas fueron divididas por Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988, 1989a) con base en la presencia o ausencia de deformación penetrativa, en un ensamble pretextónico y un ensamble sintectónico a posttextónico.

Las rocas preetectónicas corresponden a la tonalita y granodiorita Buena Mujer, el granito Las Cruces y el granito El Puerto. Estas han sido descritas por Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988, 1989a), Ramos-Velázquez (1998), Schaaf et al. (2000) e Hirales-Rochin (2004). También dentro de este grupo de rocas se encuentran rocas plutónicas máficas localizadas en el flanco occidental del sistema montañoso que abarca desde Todos Santos hasta La Paz. Estos varían en composición desde gabro a diorita (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor; 1988, 1989a y 1989b; Pérez-Venzor y Aranda-Gómez, 1991; Pérez-Venzor et al., 1994; Sánchez-Rubio et al., 1997; Schaaf et al., 2000).

El ensamble plutónico sintectónico a postectónico por su parte agrupa a un conjunto de rocas de composición félscica a intermedia que no muestran deformación tectónica penetrativa (Pérez-Venzor, 2013). Se caracteriza principalmente de granodioritas, tonalitas, granitos, cuarzomonzonitas, subordinados de diorita y microdiorita, diques tonalíticos, graníticos, pegmatíticos y diabásicos. Los diques cortan tanto al complejo metamórfico, como al ensamble plutónico (Pérez-Venzor, 2013). Los afloramientos principales se encuentran en el bloque Los Cabos, la región noreste de La Paz, al sur de la sierra La Gata y el bloque La Trinidad reportadas por Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988, 1989a), Pérez-Venzor et al. (1997), Pérez-Venzor y Schaaf (1998), (Pérez-Venzor, 2013), Ramos-Velázquez (1998), Schaaf et al. (2000) e Hirales-Rochin (2004).

Las rocas volcánicas están presentes en dos regiones de la provincia y son: valle La Paz y bloque La Trinidad. Éstas corresponden a la formación Comondú y han sido descritas por Beal (1948), Hausback (1984), Aranda-Gomez y Pérez-Venzor (1989a) para la región de La Paz y McCloy, (1984) Martínez-Gutiérrez (1994) en el bloque de La Trinidad.

Las rocas sedimentarias se encuentran distribuidas en las cuencas de San José del Cabo, San Juan de los Planes y el istmo de La Paz y han sido estudiadas (principalmente las de la cuenca San José del Cabo) por diversos autores como: Pantoja-Alor y Carrillo-Bravo (1966), McCloy (1984), Martínez-Gutiérrez (1994), Martínez-Gutiérrez y Sethi (1997) y Arreguín-Rodríguez y Schwennicke (2013). Actualmente las unidades litoestratigráficas reconocidas en la cuenca San José del Cabo son la formación Calera, formación Los Barriles, formación Trinidad, formación Refugio y formación El Chorro.

2.5.4 ESTRATIGRAFÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO (CIUDAD DE LA PAZ)

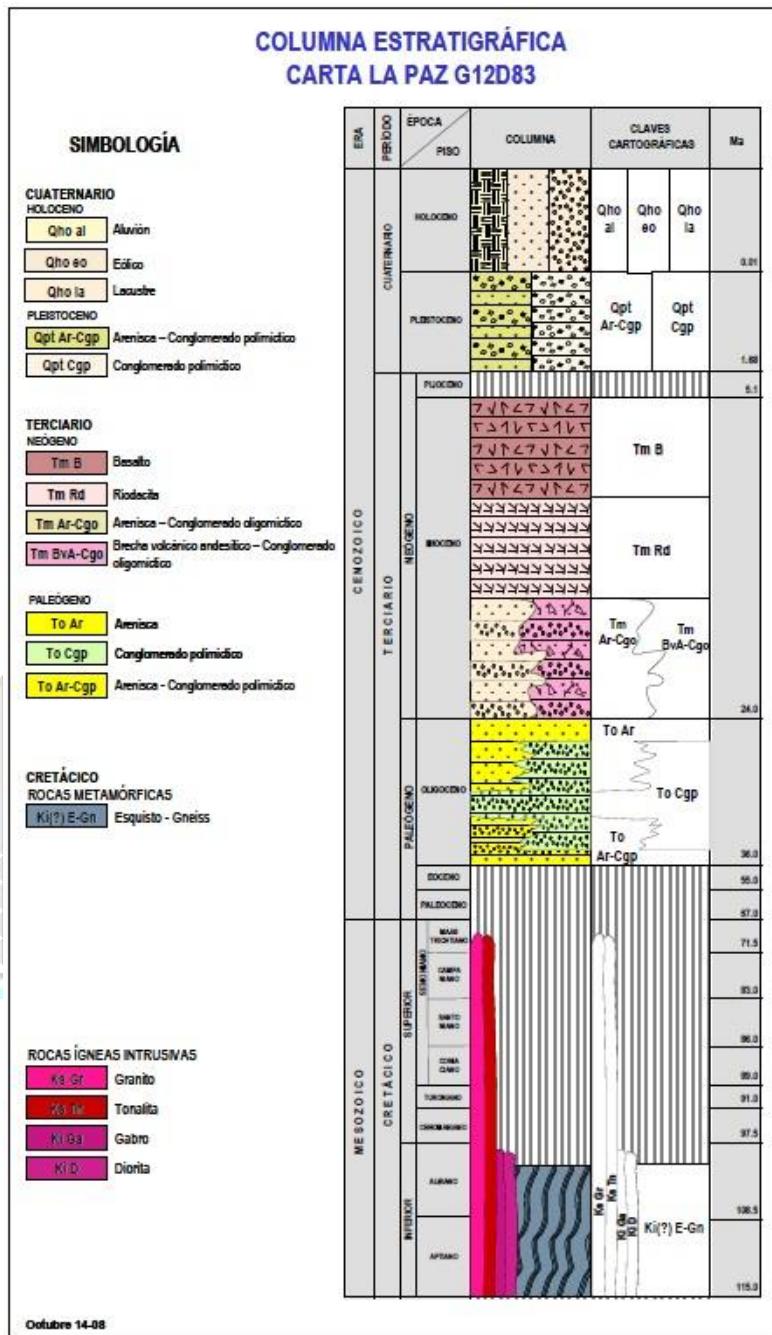
Las unidades identificadas con base a la carta geológica de La Paz comprenden un intervalo de edades desde el Cretácico inferior hasta el Holoceno, y consisten en rocas metamórficas, intrusivas, volcánicas y sedimentarias (Figura 2).

Las rocas más antiguas están representadas por metasedimentos, gabro y diorita de posible edad Cretácico inferior, los cuales afloran en forma aislada en la parte centro-sur de la carta, asociadas a tonalita y granodiorita.

Para el Cretácico superior, se tienen rocas intrusivas de diferente composición, que afloran en la parte central de la carta, en un bloque orientado N-S, y cubren la mayor parte de la superficie. Estas rocas corresponden a la prolongación al sur del batolito de las sierras Peninsulares, ampliamente identificado en la parte norte de la península. Estas rocas comprenden una secuencia de diferenciación desde granito y tonalita, con una serie de diques graníticos tardíos.

El Terciario comprende secuencias litológicas de diferente edad y composición. Durante el Oligoceno se depositaron sedimentos de carácter volcanosedimentario y sedimentario, que se distribuye en la parte occidental de la carta, que ocupa la cuenca de La Paz. La secuencia está conformada por arenisca y conglomerado polimíctico en la base, conglomerado polimíctico en su parte media, y termina con arenisca en su parte alta. Durante el Mioceno se depositó una carpeta de material volcánico y volcanoclástico, constituido por derrames, brechas, areniscas y tobas abundantes, de composición basalática, andesítica, riódacítica y riolítica.

En el Cuaternario se distinguen rocas sedimentarias y sedimentos exclusivamente, los cuales están depositados en su mayoría en los extremos oriental y occidental de la carta, en las cuencas de San Juan de Los Planes y La Paz, respectivamente. Las rocas sedimentarias comprenden alternancias de arenisca y conglomerado, asociados a abanicos aluviales y un conglomerado continental. Los sedimentos incluyen depósitos aluviales en los cauces de arroyos activos, depósitos eólicos asociados a dunas costeras y depósitos fangosos de zonas de inundación costera.

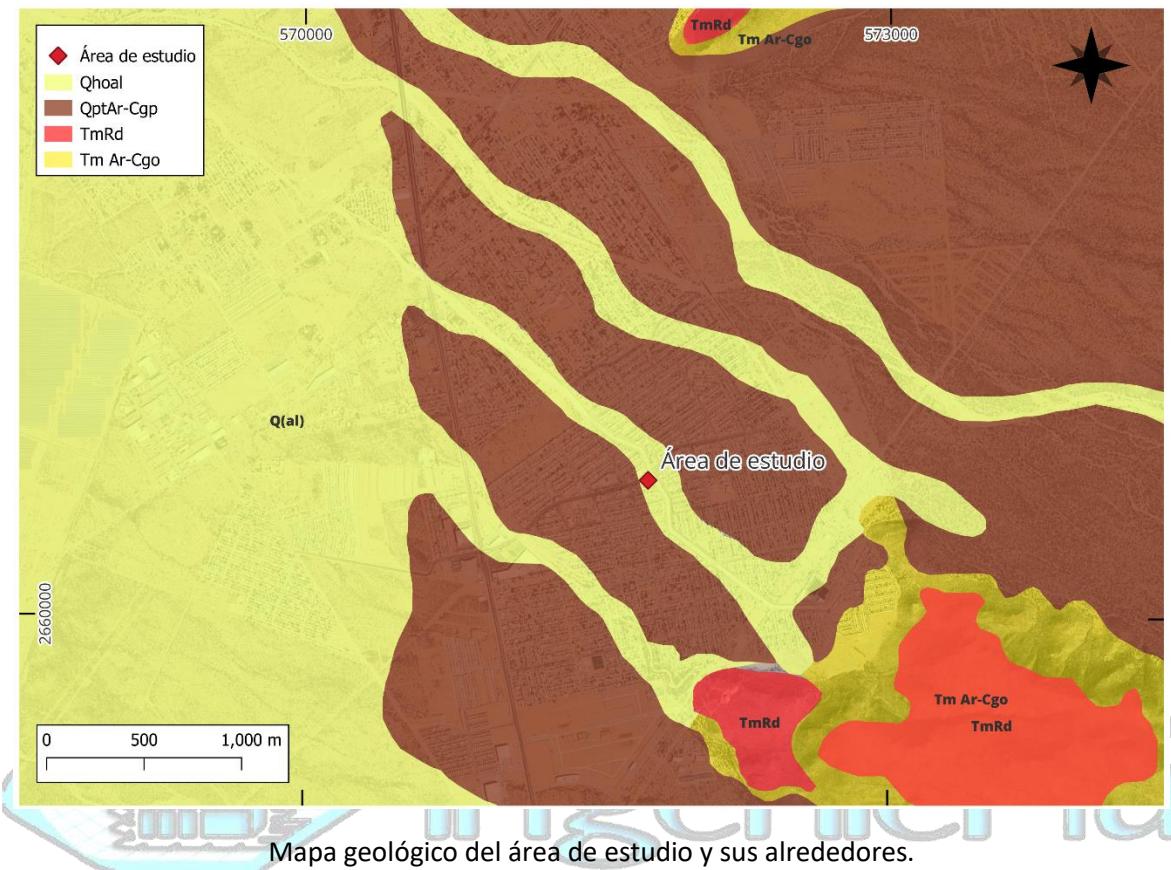


Columna litostatigráfica de la ciudad de La Paz. Tomado de la carta geológico-minera del Servicio Geológico Mexicano.

Con el fin de condensar la información geológica detallada para el área de estudio, se omitirán las unidades que no afloren cerca del sitio y solo se describirán aquellas que tienen alguna relación o se encuentran cerca del área de estudio. Estas unidades son: Aluvión Qho(al) que se encuentra en el área de estudio y en gran parte del valle de la

ciudad de La Paz y los afloramientos de roca los cuales forman estos depósitos del cuaternario aluviales que son:

TmRd, TmAr-Cgo y QtArCgp.



2.5.4.1 Aluvión - Q(hoal)

Esta unidad, propiamente no es una unidad litológica, ya que no es una roca sensu stricto, si no una unidad sedimentaria que depende del enfoque (geología o geotecnia) puede ser considerada como suelo. Los depósitos aluviales son formados por la acción del transporte y depósito de sedimentos por arroyos.

Esta unidad comprende parte del relleno de las cuencas de La Paz y San Juan de Los Planes, así como la parte activa de los cauces de los arroyos. Están sobreyaciendo discordantemente a la mayoría de las unidades intrusivas, volcanosedimentarias y sedimentarias mencionadas previamente. Los sedimentos están formados por el acarreo constante de los arroyos, por lo cual no hay selección en los fragmentos, ni predominio de un tipo especial de ellos. Los espesores de sedimentos son muy variables y dependen principalmente de la topografía.

Es importante mencionar que en algunas localidades en los márgenes de la ensenada La Paz, a ésta misma unidad, se le observan horizontes de arenisca bioclástica, predominando bioclastos de moluscos y de algas rojas. Estos

depósitos pueden alcanzar espesores de varios metros y forman terrazas marinas a lo largo de la costa. Su origen está relacionado con la transgresión marina ocurrida en el último interglacial durante el período Pleistoceno tardío (Szabo et al. 1990).

2.5.4.2 Conglomerado polimíctico (QptCgp)

Es una de las unidades menos extendidas en el área de la carta geológica, y sus afloramientos están restringidos a la zona urbana y suburbana de la ciudad de La Paz, hacia el este y norte. Estratigráficamente se sitúa al mismo nivel de la unidad de arenisca y conglomerado. En el campo se puede observar que se encuentra sobreayaciendo a la secuencia volcanoclástica, de manera discordante, con contactos erosivos. De manera general, se observa de color gris claro a rojizo en superficie alterada, y forma lomeríos redondeados con pendientes bajas. La unidad es un conglomerado polimíctico, formado por bloques y clastos subangulosos, y con una mala selección, soportados por arena de grano grueso. Los clastos predominantes son de andesita, basalto, riodacita y granito, provenientes de afloramientos cercanos. Los clastos están dispuestos en capas gruesas intercaladas con otras medianas, con estratificación planar poco definida, ocasionalmente se distingue estratificación cruzada y paleocanales.

2.5.4.3 Arenisca-Conglomerado polimíctico (Qpt Ar-Cgp)

Esta unidad aflora en gran parte de la carta, en las cuencas de La Paz y San Juan de Los Planes, y en el valle de El Coyote. Está conformada por afloramientos extensos, disectados por cauces de arroyos activos, los cuales forman abanicos aluviales en estado de erosión. Las pendientes en esta unidad son muy bajas, y su geomorfología se caracteriza por alta frecuencia de cárcavas de erosión. Estratigráficamente se encuentra sobreayaciendo a varias unidades, intrusivas y volcanoclásticas, de manera discordante.

La unidad tiene color amarillento con tonalidades de rojo ocre y está formada por intercalaciones de arenisca de grano grueso y conglomerado polimíctico. Está conformada por clastos de rocas intrusivas y metamórficas principalmente, como granito, tonalita y esquistos de biotita, transportados de los afloramientos locales. Estos clastos son de tamaño de hasta 50 cm de diámetro, subredondeados, sin orientación preferencial y sin selección y en un arreglo caótico. Los clastos están soportados por arena con una proporción de arcillas baja. Se distingue estratificación planar burda y sin selección en los clastos, con alternancia entre capas gruesas y otras con laminación gruesa.

Es importante mencionar que en algunas localidades en los márgenes de la ensenada La Paz, a ésta misma unidad, se le observan horizontes de arenisca bioclástica, predominando bioclastos de moluscos y de algas rojas. Estos depósitos pueden alcanzar espesores de varios metros y forman terrazas marinas a lo largo de la costa. Su origen

está relacionado con la transgresión marina ocurrida en el último interglacial durante el período Pleistoceno tardío (Szabo et al. 1990).

La edad de la unidad litológica arenisca y conglomerado polimítico, se ha estimado en el Pleistoceno, con base en sus relaciones estratigráficas y su contenido bioclastico.

2.5.4.4 Riodacita (*TmRd*)

Aflora hacia la parte centro-oriental de la carta. Forma mesetas aisladas con espesores de hasta 100 m, con pendientes se alrededor de 10 a 15º hacia el oeste. Estratigráficamente se encuentra sobreyaciendo a las secuencias volcanoclástica del Oligoceno; así como a la brecha andesítica, conglomerado oligomítico, arenisca y conglomerado oligomítico del Mioceno. El color de esta unidad es gris claro, con variaciones a rojizo en superficie alterada. Tiene una estructura de flujo bandedo, que la hace característica, con textura de afanítica a porfirítica, donde se distinguen cristales de cuarzo y plagioclasa, con fragmentos de rocas andesíticas incluidas durante el flujo. En la base de esta unidad se observa una capa de brecha volcánica y vitrófido, relacionado al avance de la colada. El aspecto general es basculado hacia el oeste, con seudoestratificación paralela, pero, de manera más local se observan variaciones fuertes en la inclinación del echado de la seudoestratificación, posiblemente debido a la influencia de la topografía original. Comúnmente se distingue lineación en las superficies de seudoestratificación, formada por el flujo de la colada. Es una de las unidades volcánica más jóvenes en el área de la carta, con una edad K-Ar de 19.2 +/- 0.5 Ma, obtenida por Hausback (1984). Pertenece a la Formación Comondú y es la unidad informal riodacita Providencia, mencionada en Hausback (1984).

2.5.4.5 Arenisca-Conglomerado oligomítico (*TmAr-Cgo*)

Esta secuencia aflora en el extremo oeste y suroeste de la carta, comprendiendo el extremo oriental de la cuenca de La Paz. En esta zona conforma una serie de cerros aislados, con alturas de hasta 300 m s.n.m.m., separados y cubiertos parcialmente por rocas y sedimentos aluviales más recientes. En esta secuencia se incluyen varios tipos de rocas, los cuales, debido a su potencia y actitud estructural, casi horizontal, no es posible diferenciarlos en unidades individuales. La secuencia inicia con una arenisca volcanoclástica con capas delgadas de toba blanca, continúa con toba pomicítica rosa con textura eutaxítica e intercalaciones de riolita, y finaliza en la mayoría de las localidades con un conglomerado polimítico. Esta secuencia está estratigráficamente localizada sobre la arenisca eólica del Oligoceno, en la parte centro de la carta, y sobre la brecha volcánica, hacia el extremo noroeste. Una excepción se observa hacia el extremo noreste, donde hay un afloramiento aislado de esta secuencia, depositado de manera discordante sobre el granito. Es común que esta secuencia presente una cobertura por riodacita y

basalto, en forma de mesetas, especialmente notables alrededor de la ciudad de La Paz. Toda la secuencia está inclinada entre 10 y 15º al W, lo cual coincide con la inclinación regional de la Formación Comondú.

La edad de esta secuencia es Mioceno inferior, limitado por una edad de 19.2 +/- 0.5 Ma obtenida por Hausback (1984), en la riolacita que cubre a esa secuencia, mediante fechamiento radiométrico por K-Ar.



3 TRABAJOS DE EXPLORACION Y DE LABORATORIO

Para la exploración se realizó sondeos mediante Pozos a Cielo Abierto de acuerdo a la norma M-MMP-1-01/03 (SCT)-Método de Muestreo y Pruebas - [Muestro De Materiales Para Terracerías].

3.1 MECANICA DE SUELOS MEDIANTE POZO CIELO ABIERTO

El método del Pozo a Cielo Abierto (PCA), es un método utilizado para Estudios de Mecánica de suelos que consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural.

Este método rinde una información correcta del suelo hasta donde se llega, pues permite la inspección visual de los estratos del suelo.

En los Pozos a Cielo Abierto se pueden tomar muestras alteradas o inalteradas de los diferentes estratos que se hayan encontrado a la profundidad deseada o hasta donde se encuentre el nivel freático.

Pruebas realizadas en el laboratorio

Las pruebas se basaron en las normas de Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y normas mexicanas:

- Contenido de agua: M-MM-1-04/03(IMT)
- Granulometría: M-MM-1-06/03 (IMT)
- Límites de consistencia: M-MM-1-07/07 (IMT)
- Clasificación de suelos S.U.C.S: M-MM-1-05/18 (IMT)
- Industria de la Construcción - Geotecnia - Materiales para Terracerías - Métodos de Muestreo NMX-C-467-ONNCCE-2019
- Industria de la Construcción - Geotecnia - Cimentaciones - Ensaye de Compresión Triaxial - Método de Prueba NMX-C-432-ONNCCE-2002/18
- Industria de la Construcción - Geotecnia - Cimentaciones - Sondeos de Pozo a Cielo Abierto NMX-C-430-ONNCCE-2002/1

3.2 TRABAJOS MEDIANTE POZO A CIELO ABIERTO (PCA)

3.2.1 CALCULO DE CARGA ULTIMA (QU) EN SUELOS

Para el cálculo de carga última del suelo se utilizan las fórmulas de Terzaghi para cimentaciones pocas profundas.

De las cuales son las siguientes:

- **Para cimentación corrida:** $q_u = c'N_c + qN_q + 0.5\gamma BN_y$

Donde:

c' = Cohesión del suelo

γ = Peso unitario del suelo

$q = \gamma Df$

N_c, N_q, N_y

= Factores de capacidad de carga adimensionales y solo son funciones del ángulo de fricción del suelo, θ'

Para zapata cuadradas y circulares, Terzaghi sugirió las siguientes ecuaciones para la capacidad última de carga del suelo:

- **Zapatas Cuadradas:** $q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y$
- **Zapatas circulares:** $q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_y$

Donde B = Diámetro de la zapata.

- Para Losa de Cimentación se usa la ecuación general de Meyerhof

$$Qu = C'N_c F_{CS} F_{Cd} F_{Ci} + qN_q F_{QS} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma BN_y F_{YS} F_{Yd} F_{YI}$$

C' = cohesion

q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = peso específico del suelo

B = ancho de cimentación

F_{CS}, F_{QS}, F_{YS} = factores de forma

F_{Cd}, F_{qd}, F_{Yd} = factores de profundidad

N_c, N_q, N_y = factores de capacidad de carga

F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} = factores de inclinación de carga

3.2.2 CALCULO DE ASENTAMIENTO

Para el cálculo de asentamientos se aplica la fórmula propuesta por Schleircher (1926), expresa el asentamiento del suelo.

$$S = \frac{0.82(1 - \mu^2)}{E} * q * B$$

Donde:

S = Asentamiento del suelo (cm)

μ = Relación de Poisson

E = Módulo de Elasticidad del suelo (kg/cm²)

q = Presión Aplicada (kg/cm²)

B = Ancho de Zapata (cm)

3.2.3 MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL

El módulo de reacción vertical del suelo está definido por la relación entre el esfuerzo que transmitirá la cimentación debido a las cargas actuantes y el asentamiento del subsuelo, de acuerdo en la siguiente expresión:

$$kv = \sigma / \delta$$

Donde:

kv = Módulo de reacción vertical, en kg/cm³

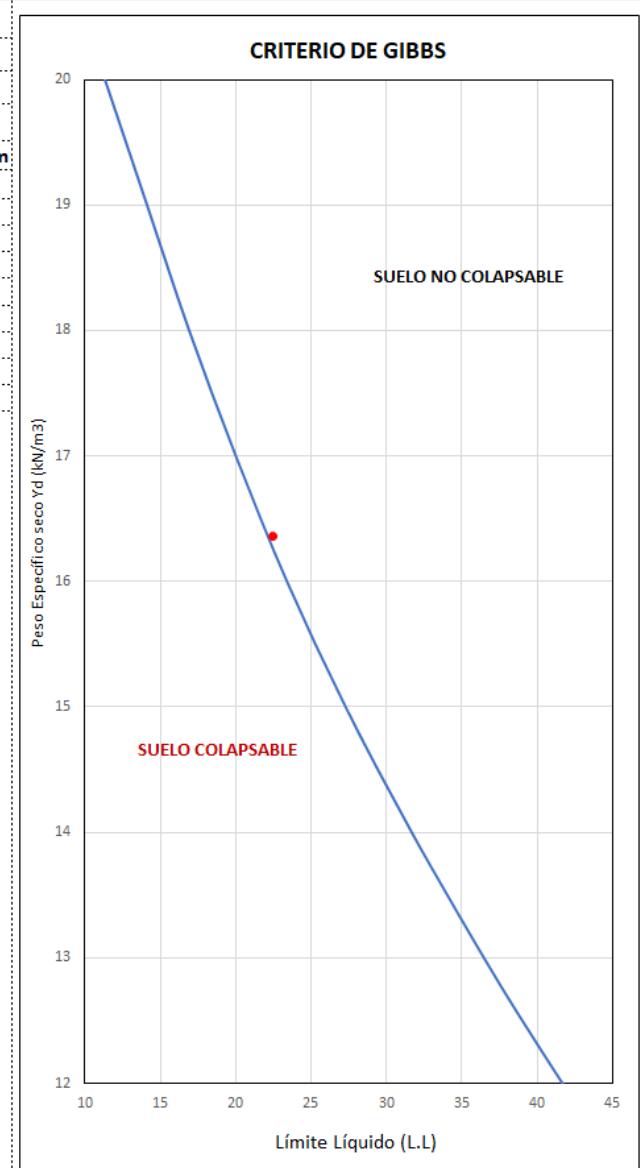
σ = Carga actuante a nivel de cimentación, (kg/cm²)

δ = Deformación esperada, (cm)

4 SONDEO A POZO CIELO ABIERTO(PCA)

4.1 ESTRATIGRAFIA PCA# 1 (0.00-0.90 M)

SITIO CAMINO REAL		
PERFIL ESTRATIGRÁFICO		
LA PAZ		
PCA #	1	
ESTRATO	0.00	-0.90 m
SUCS	SM	
HUMEDAD DE CAMPO % =	1.80	
ROCA (%) =	0	
GRAVA (%) =	4	4
ARENA (%) =	76	76
FINOS (%) =	20	20
SUMA(%) =	100	100
LÍMITE LÍQUIDO (%) =	23	
LÍMITE PLÁSTICO (%) =	INAP	
ÍNDICE PLÁSTICO (%) =	INAP	
CORRELACION DEL LIMITE LIQUIDO(LL) E INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc) EN ARCILLAS [Bentley, Stephen P._ Carter, Michael - Soil properties and their correlations-John Wiley & Sons (2016)]		
MATERIAL QUE PASA MALLA #40=	LIMO	
GRADO DE EXPANSIÓN =	-	
GRADO DE EXPANSION(%) =	-	
ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD=	-	
ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)=	-	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)% =	0.0	
DENSIDAD DE SÓLIDOS =	2.72	
RELACIÓN DE VACIOS (e)=	0.66	
GRADO DE SATURACIÓN (S)%=	7.4	
POROSIDAD (n)=	0.40	
Peso Volumetrico Seco Suelto. (kg/m3)=	1550.7	
Peso Volumetrico Seco Varillado. (kg/m3)=	1669.9	
ÁNGULO DE FRICCIÓN (ϕ)=	29.0	
COHESIÓN(kg/cm2)=	0.00	
Nq=	19.98	
Nc=	34.24	
Ny=	16.18	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD =	3.83	
COEFICIENTE DE CURVATURA =	0.72	
P.E.S. MÁXIMO (kg/m3)=	1940.00	
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	9.80	
VRS (%) =	30.88	
EXPANSIÓN (%) =	0.68	



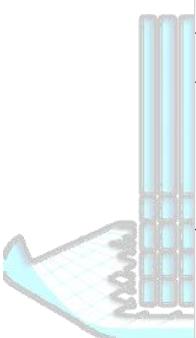
NOTA: El ángulo de fricción se obtuvo de la fracción de arena (material que pasa por la malla #4 (4.76 mm)



ID 01190009: ACI CONCRETE
CONCRETE STRENGTH TESTNG
TECHNICIAN, ACI AGGREGATE TESTING
TECHNICIAN - LEVEL 1 AND ACI
CONCRETE LABORATORY TESTING
TECHNICIAN LEVEL 1

4.1.1 DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA

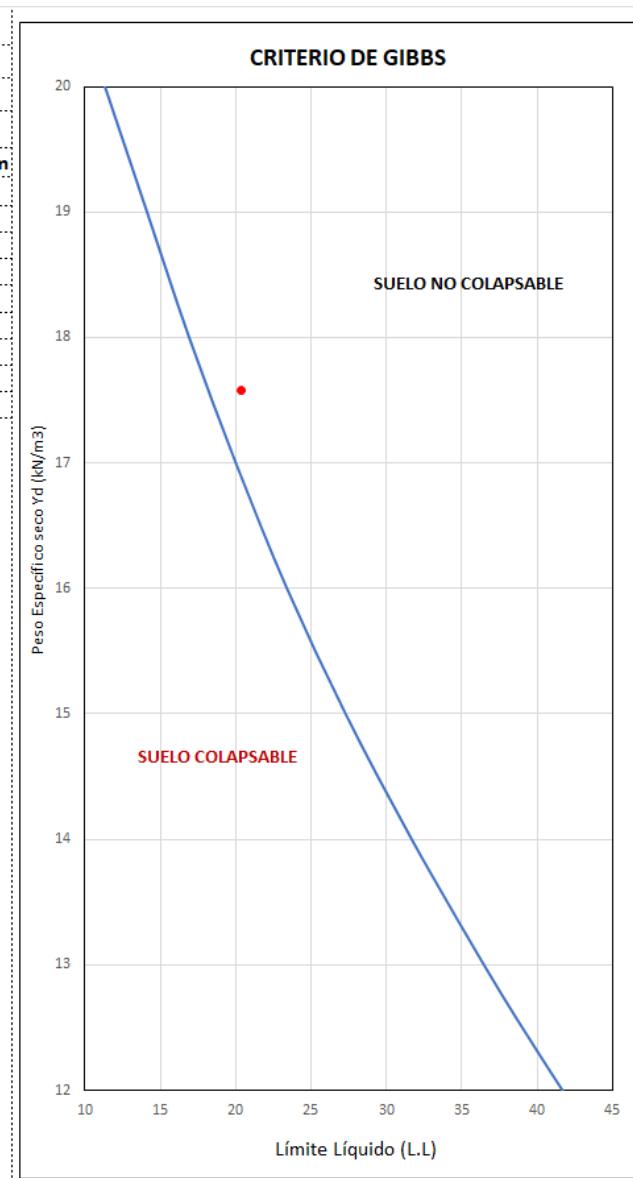
		Control y Aseguramiento de la Calidad de obras de Construcción, Vías Terrestres, Topografía, Mecánica de suelos, Supervisión de Calidad en Obra.				
CLASIFICACIÓN DE SEDIMENTOS						
Folio: MDS-902	Prof: 0.00-0.90 M	OBRA: SITIO CAMINO REAL	Fecha:	07/07/2025		
CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO						
Selección				BIEN SELECCIONADO		
Madurez textural				SUBMADURO		
Cantidad de sedimento vs clastos				100% - 0%		
Tipo de sedimento según el ambiente de depósito				ALUVIAL		
Color de la muestra				CAFÉ OSCURO		
Color de los minerales				INCOLORO, BLANCO, NEGRO		
Tamaño aproximado de las partículas		MÍNIMO	MÁXIMO			
< 0.1 MM		6 MM				
Minerales		Rocas				
CUARZO		SIN ROCAS				
PLAGIOLASA						
BIOTITA						
Componentes (MINERALES Y ROCAS)						
OTROS COMPONENTES						
NO OBSERVADOS						
Procentaje aproximado de los minerales		CUARZO	90%			
		PLAGIOLASA	3%			
		BIOTITA	7%			
		SUMATORIA	100%			
Dureza de los minerales		CUARZO	7			
		PLAGIOLASA	6			
		BIOTITA	2.5-3			
Foto de la muestra						



A
ría

4.2 ESTRATIGRAFIA PCA# 1 (0.90-3.00 M)

SITIO CAMINO REAL		
PERFIL ESTRATIGRÁFICO		
LA PAZ		
PCA #	1	-3.00 m
ESTRATO	0.90	
SUCS	SW	
ARENA BIEN GRADUADA		
HUMEDAD DE CAMPO % =	3.82	
ROCA (%) =	0	
GRAVA (%) =	10	10
ARENA (%) =	85	85
FINOS (%) =	5	5
SUMA(%) =	100	100
LÍMITE LÍQUIDO (%) =	20	
LÍMITE PLÁSTICO (%) =	INAP	
ÍNDICE PLÁSTICO (%) =	INAP	
CORRELACION DEL LIMITE LIQUIDO(LL) E INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc) EN ARCILLAS [Bentley, Stephen P., Carter, Michael - Soil properties and their correlations-John Wiley & Sons (2016)]		
MATERIAL QUE PASA MALLA #40=	LIMO	
GRADO DE EXPANSIÓN =		
GRADO DE EXPANSION(%) =	-	
ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD=	-	
ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)=	-	
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (L.C)% =	0.0	
DENSIDAD DE SÓLIDOS =	2.72	
RELACIÓN DE VACIOS (e)=	0.57	
GRADO DE SATURACIÓN (S)%=	18.2	
POROSIDAD (n)=	0.36	
Peso Volumetrico Seco Suelto. (kg/m3)=	1665.9	
Peso Volumetrico Seco Varillado. (kg/m3)=	1794.1	
ÁNGULO DE FRICCIÓN (ϕ)=	26.0	
COHESIÓN(kg/cm2) =	0.00	
N _a =	14.21	
N _c =	27.09	
N _y =	9.84	
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD =	10.59	
COEFICIENTE DE CURVATURA =	1.18	
P.E.S. MÁXIMO (kg/m3) =	1905.00	
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	8.20	
VRS (%) =	51.10	
EXPANSIÓN (%) =	0.10	



NOTA: El ángulo de fricción se obtuvo de la fracción de arena (material que pasa por la malla #4 (4.76 mm)



ID 01190009: ACI CONCRETE
CONCRETE STRENGTH TESTNG
TECHNICIAN, ACI AGGREGATE TESTING
TECHNICIAN - LEVEL 1 AND ACI
CONCRETE LABORATORY TESTING
TECHNICIAN LEVEL 1

4.2.1 DESCRIPCION SEDIMENTOLOGICA

		Control y Aseguramiento de la Calidad de obras de Construcción, Vías Terrestres, Topografía, Mecánica de suelos, Supervisión de Calidad en Obra.	
CLASIFICACIÓN DE SEDIMENTOS			
Folio: MDS-903	Prof: 0.90-3.00 M	OBRA: SITIO CAMINO REAL	Fecha: 07/07/2025
CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO			
Selección			MODERADAMENTE SELECCIONADO
Madurez textural			INMADURO
Cantidad de sedimento vs clastos			99% - 1%
Tipo de sedimento según el ambiente de depósito			ALUVIAL
Color de la muestra			CAFÉ
Color de los minerales			INCOLORO, BLANCO, NEGRO
Tamaño aproximado de las partículas		MÍNIMO	MÁXIMO
< 0.5 MM		1.5 CM	
Minerales		Rocas	
CUARZO		FRAGMENTOS DE TONALITA	
PLAGIOLASA		FRAGMENTOS DE BASALTO	
BIOTITA			
Componentes (MINERALES Y ROCAS)			
OTROS COMPONENTES		NO OBSERVADOS	
Procentaje aproximado de los minerales		CUARZO	82%
		PLAGIOLASA	8%
		BIOTITA	10%
		SUMATORIA	100%
Dureza de los minerales		CUARZO	7
		PLAGIOLASA	6
		BIOTITA	2.5-3
Foto de la muestra			



5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a los trabajos de campo y de laboratorio, las características del suelo es la siguiente:

5.1.1 CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE S.U.C.S. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA)

- El suelo en el lugar está compuesto por Arena de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S). como se muestra en la siguiente tabla.

Sondeo #	Estrato	S.U.C.S.	Descripción	Nivel freático
PCA#1	0.00-0.90	SM	ARENA LIMOSA	SIN PRESENCIA
PCA#1	0.90-3.00	SW	ARENA BIEN GRADUADA	SIN PRESENCIA

5.1.2 CLASIFICACION DEL SUELO MEDIANTE A.A.S.H.T.O. EN TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO(PCA)

- El suelo en el lugar está compuesto por un Material Granular de acuerdo con la Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (A.A.S.H.T.O.). como se muestra en la siguiente tabla.

Sondeo #	Estrato	A.A.S.H.T.O.	Descripción	Nivel freático
PCA#1	0.00-0.90	A-2-4 MATERIAL GRANULAR ARENAS LIMOSAS	Un suelo AASHTO A-2-4 con finos de limo es un material granular ideal para subrasantes. Sus finos, aunque presentes, son limos de baja plasticidad, lo que asegura que el suelo sea estable, tenga buen drenaje y sea poco propenso a cambios de volumen significativos por la humedad.	SIN PRESENCIA
PCA#1	0.90-3.00	A-2-4 MATERIAL GRANULAR ARENAS LIMOSAS	Un suelo AASHTO A-2-4 con finos de limo es un material granular ideal para subrasantes. Sus finos, aunque presentes, son limos de baja plasticidad, lo que asegura que el suelo sea estable, tenga buen drenaje y sea poco propenso a cambios de volumen significativos por la humedad.	SIN PRESENCIA

5.1.3 ANALISIS DE TERRENO NATURAL COMO SUBRASANTE

PCA #	1	0	-0.90 m
<i>Análisis como subrasante (N-CMT-1-03-21)</i>			
Tamaño partículas (mm)	19.05	76 mm	CUMPLE
Límite Líquido (%)	22.5	40 % máximo	CUMPLE
Límite plástico (%)	INAP	-	
Índice plástico (%)	INAP	12 % máximo	CUMPLE
VRS (%)	30.88	20 % mínimo	CUMPLE
Expansión (%)	0.68	2 % máximo	CUMPLE

El suelo existente **CUMPLE** con la calidad para subrasante de según la norma N-CMT-1-03/21-IMT (Normativa para la Infraestructura de Transporte - SCT).

PCA #	1	0.9	-3.00 m
<i>Análisis como subrasante (N-CMT-1-03-21)</i>			
Tamaño partículas (mm)	25.4	76 mm	CUMPLE
Límite Líquido (%)	20.4	40 % máximo	CUMPLE
Límite plástico (%)	INAP	-	
Índice plástico (%)	INAP	12 % máximo	CUMPLE
VRS (%)	51.10	20 % mínimo	CUMPLE
Expansión (%)	0.10	2 % máximo	CUMPLE

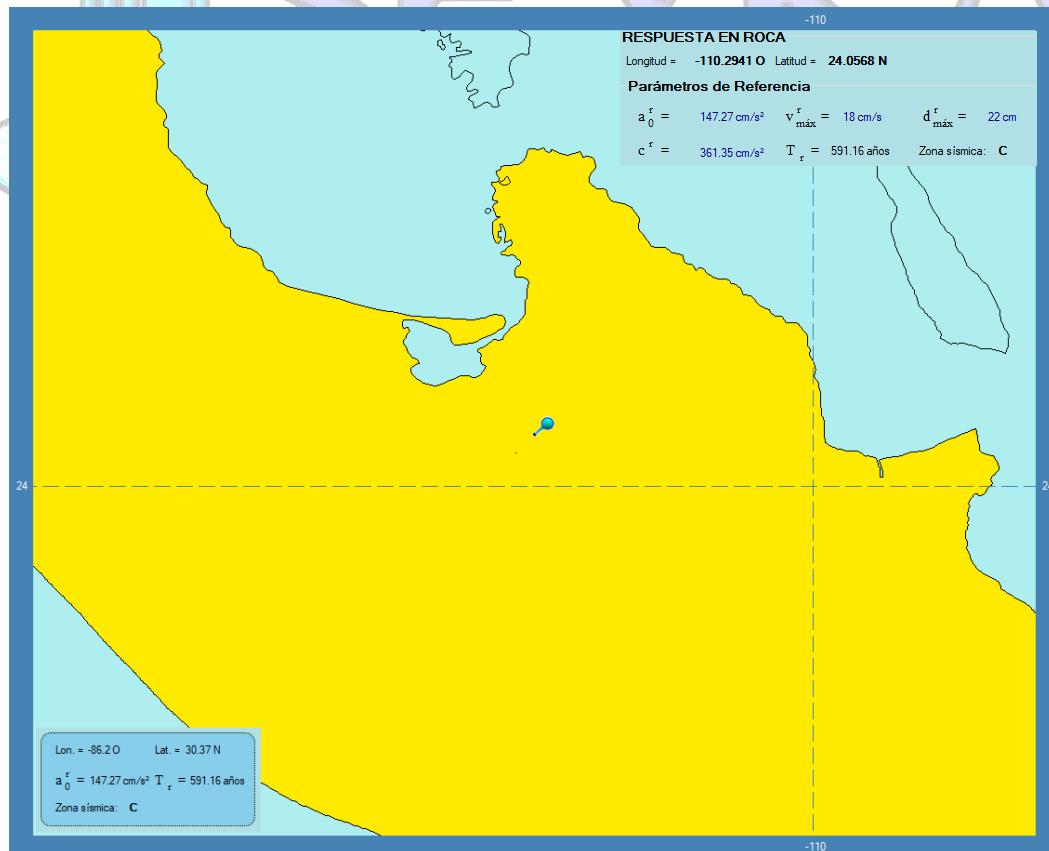
El suelo existente **CUMPLE** con la calidad para subrasante de según la norma N-CMT-1-03/21-IMT (Normativa para la Infraestructura de Transporte - SCT).

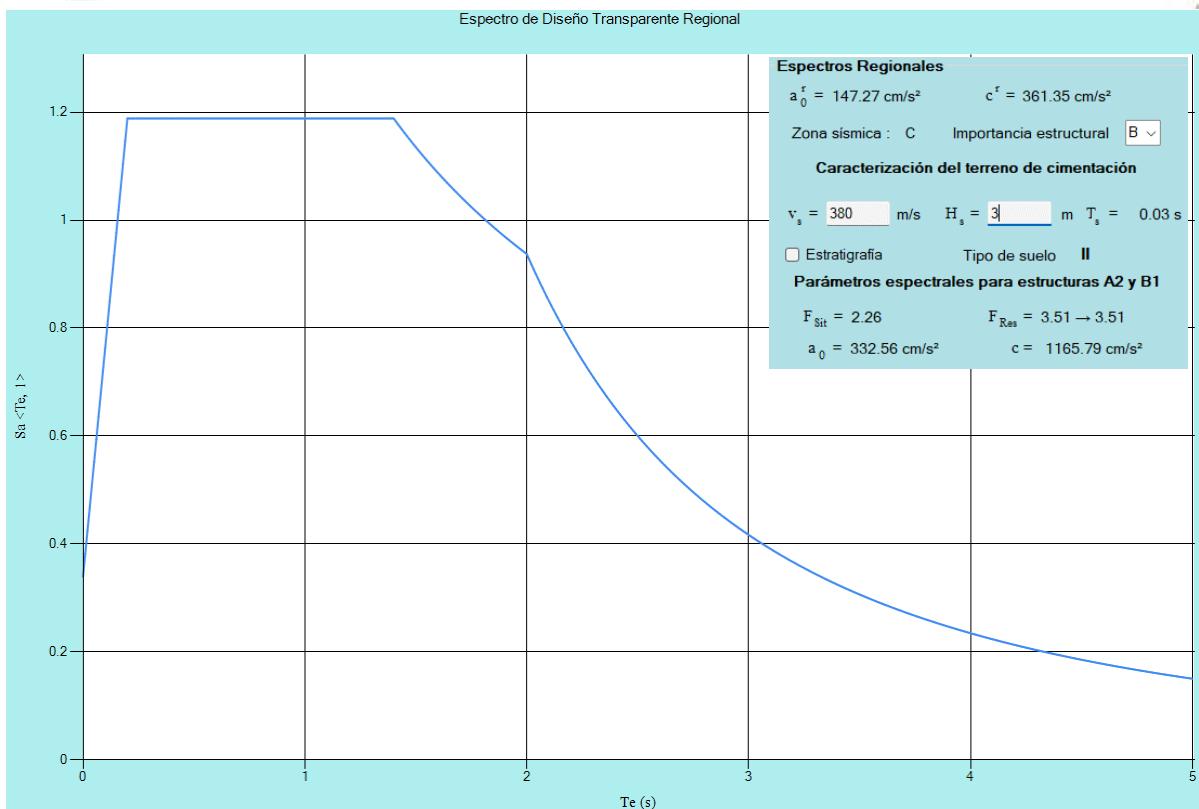
5.1.4 TIPO DE TERRENO

Para términos de diseño se considerará una **Zona II** y de acuerdo con las Normas Técnicas de Baja California Sur, el coeficiente sísmico a utilizar para el cálculo de los espectros de aceleraciones es **C=0.30**

TABLA 3.1		Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones					
Municipio	Zona	c	a ₀	T _a	T _b	r	
LA PAZ, COMONDÚ Y MULEGÉ	I	0.14	0.04	0.2	0.6	1/2	
	II	0.30	0.08	0.3	1.5	2/3	
	III	0.36	0.10	0.6	2.9	1	
LORETO Y LOS CABOS	I	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2	
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3	
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1	

5.1.5 ESPECTRO DE DISEÑO REGIONAL OBTENIDO POR MEDIO DEL PROGRAMA DE DISEÑO SISMICO "PRODISIS"





Cuando el caso lo amerite, el espectro se podrá ajustar a las condiciones del sitio, obteniendo así un espectro menos robusto. Lo anterior demandará de estudios complementarios que permitan la caracterización dinámica del terreno, de modo que se pueda construir el espectro específico de sitio con los parámetros de velocidad de propagación de onda de corte v_s , periodo dominante del sitio ts y espesor total del estrato de terreno equivalente hs .

5.1.6 LIMITACION CAPACIDAD DE CARGA

LIMITACION DE CARGA ADMISIBLE EN SUELO	
Df (m)	Qamđ (ton/m ²)
0.5	5.4
1	9.7
1.5	13.9
2	18.2
2.5	22.4
3	26.7

CÁLCULO DE CARGA ÚLTIMA							
PROYECTO:	SITIO CAMINO REAL	PCA#	1				
DATOS DEL SUELO Y CONDICIONES DE CARGA							
Yd =	1.794 g/cm ³	Prof. N.F	m	D1=	0	m	
φ =	26.00 °	Ysat =	g/cm ³				
c =	0.00 ton/m ²	Yw =	g/cm ³				
CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA							
FACTORES DE CARGA TERZAGHI							
FS =	3.00	Nq =	14.21	Nc =	27.09	Ny =	9.84
							Kp = 1.323347

DESPLANTE (Df) m	ZAPATA CORRIDA			ZAPATA CUADRADA			CIRCULAR		
	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm
Df (m)	d (m)	m	ton/m ²	m	ton/m ²	m	ton/m ²	m	ton/m ²
0.5	0.5	17.2	5.7	0.5	16.3	5.4	0.5	15.4	5.1
0.5	1	21.6	7.2	1	19.8	6.6	1	18.0	6.0
0.5	1.5	26.0	8.7	1.5	23.3	7.8	1.5	20.7	6.9
0.5	2	30.4	10.1	2	26.9	9.0	2	23.3	7.8
0.5	2.5	34.8	11.6	2.5	30.4	10.1	2.5	26.0	8.7
0.5	3	39.2	13.1	3	33.9	11.3	3	28.6	9.5
0.5	3.5	43.6	14.5	3.5	37.5	12.5	3.5	31.3	10.4
0.5	4	48.1	16.0	4	41.0	13.7	4	33.9	11.3
1.0	0.5	29.9	10.0	0.5	29.0	9.7	0.5	28.1	9.4
1.0	1	34.3	11.4	1	32.6	10.9	1	30.8	10.3
1.0	1.5	38.7	12.9	1.5	36.1	12.0	1.5	33.4	11.1
1.0	2	43.1	14.4	2	39.6	13.2	2	36.1	12.0
1.0	2.5	47.6	15.9	2.5	43.1	14.4	2.5	38.7	12.9
1.0	3	52.0	17.3	3	46.7	15.6	3	41.4	13.8
1.0	3.5	56.4	18.8	3.5	50.2	16.7	3.5	44.0	14.7
1.0	4	60.8	20.3	4	53.7	17.9	4	46.7	15.6
1.5	0.5	42.7	14.2	0.5	41.8	13.9	0.5	40.9	13.6
1.5	1	47.1	15.7	1	45.3	15.1	1	43.5	14.5
1.5	1.5	51.5	17.2	1.5	48.8	16.3	1.5	46.2	15.4
1.5	2	55.9	18.6	2	52.4	17.5	2	48.8	16.3
1.5	2.5	60.3	20.1	2.5	55.9	18.6	2.5	51.5	17.2
1.5	3	64.7	21.6	3	59.4	19.8	3	54.1	18.0
1.5	3.5	69.1	23.0	3.5	63.0	21.0	3.5	56.8	18.9
1.5	4	73.5	24.5	4	66.5	22.2	4	59.4	19.8

DESPLANTE (Df) m		ZAPATA CORRIDA			ZAPATA CUADRADA			CIRCULAR		
Df (m)	d (m)	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm
		m	ton/m2	ton/m2	m	ton/m2	ton/m2	m	ton/m2	ton/m2
2.0		0.5	55.4	18.5	0.5	54.5	18.2	0.5	53.6	17.9
2.0		1	59.8	19.9	1	58.0	19.3	1	56.3	18.8
2.0		1.5	64.2	21.4	1.5	61.6	20.5	1.5	58.9	19.6
2.0		2	68.6	22.9	2	65.1	21.7	2	61.6	20.5
2.0		2.5	73.1	24.4	2.5	68.6	22.9	2.5	64.2	21.4
2.0		3	77.5	25.8	3	72.2	24.1	3	66.9	22.3
2.0		3.5	81.9	27.3	3.5	75.7	25.2	3.5	69.5	23.2
2.0		4	86.3	28.8	4	79.2	26.4	4	72.2	24.1
2.5		0.5	68.1	22.7	0.5	67.3	22.4	0.5	66.4	22.1
2.5		1	72.6	24.2	1	70.8	23.6	1	69.0	23.0
2.5		1.5	77.0	25.7	1.5	74.3	24.8	1.5	71.7	23.9
2.5		2	81.4	27.1	2	77.9	26.0	2	74.3	24.8
2.5		2.5	85.8	28.6	2.5	81.4	27.1	2.5	77.0	25.7
2.5		3	90.2	30.1	3	84.9	28.3	3	79.6	26.5
2.5		3.5	94.6	31.5	3.5	88.4	29.5	3.5	82.3	27.4
2.5		4	99.0	33.0	4	92.0	30.7	4	84.9	28.3
3.0		0.5	80.9	27.0	0.5	80.0	26.7	0.5	79.1	26.4
3.0		1	85.3	28.4	1	83.5	27.8	1	81.8	27.3
3.0		1.5	89.7	29.9	1.5	87.1	29.0	1.5	84.4	28.1
3.0		2	94.1	31.4	2	90.6	30.2	2	87.1	29.0
3.0		2.5	98.5	32.8	2.5	94.1	31.4	2.5	89.7	29.9
3.0		3	103.0	34.3	3	97.7	32.6	3	92.4	30.8
3.0		3.5	107.4	35.8	3.5	101.2	33.7	3.5	95.0	31.7
3.0		4	111.8	37.3	4	104.7	34.9	4	97.7	32.6

Asentamientos en Zapatas Cuadradas y continuas						
DESPLANTE	Ancho de Zapata	Carga Admisible	Relación de Poisson	Módulo de Elasticidad	Asentamiento	Módulo de reacción
Df (m)	B (cm)	Qadm (kg/cm2)	U	Es	S (cm)	k (kg/cm3)
0.5	50.00	0.57	0.30	661.11	0.03	17.76
	100.00	0.72	0.30		0.08	8.88
	150.00	0.87	0.30		0.15	5.92
	200.00	1.01	0.30		0.23	4.44
	250.00	1.16	0.30		0.33	3.55
	300.00	1.31	0.30		0.44	2.96
1	50.00	1.00	0.30	661.11	0.06	17.76
	100.00	1.14	0.30		0.13	8.88
	150.00	1.29	0.30		0.22	5.92
	200.00	1.44	0.30		0.32	4.44
	250.00	1.59	0.30		0.45	3.55
	300.00	1.73	0.30		0.59	2.96
1.5	50.00	1.42	0.30	661.11	0.08	17.76
	100.00	1.57	0.30		0.18	8.88
	150.00	1.72	0.30		0.29	5.92
	200.00	1.86	0.30		0.42	4.44
	250.00	2.01	0.30		0.57	3.55
	300.00	2.16	0.30		0.73	2.96
2	50.00	1.85	0.30	661.11	0.10	17.76
	100.00	1.99	0.30		0.22	8.88
	150.00	2.14	0.30		0.36	5.92
	200.00	2.29	0.30		0.52	4.44
	250.00	2.44	0.30		0.69	3.55
	300.00	2.58	0.30		0.87	2.96
3	50.00	2.27	0.30	661.11	0.13	17.76
	100.00	2.42	0.30		0.27	8.88
	150.00	2.57	0.30		0.43	5.92
	200.00	2.71	0.30		0.61	4.44
	250.00	2.86	0.30		0.81	3.55
	300.00	3.01	0.30		1.02	2.96

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE									
PROYECTO:	SITIO CAMINO REAL			PCM					
DATOS DEL SUELO Y CONDICIONES DE CARGA									
Td = 1.794	g/cm³	Prof. N.F.		m	D1=	O	m		
ϕ = 26.00	°	Ysat =		g/cm³					
c = 0.00	ton/m²	Yw =		g/cm³					

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO - POR LA ECUACION GENERAL DE MEYERHOF									
FACTORES DE CARGA (MEYERHOF 1963)									
FS = 3.00		Nq = 11.854	Nc = 22.254	Ny = 12.539	Kp = 1.32334747				

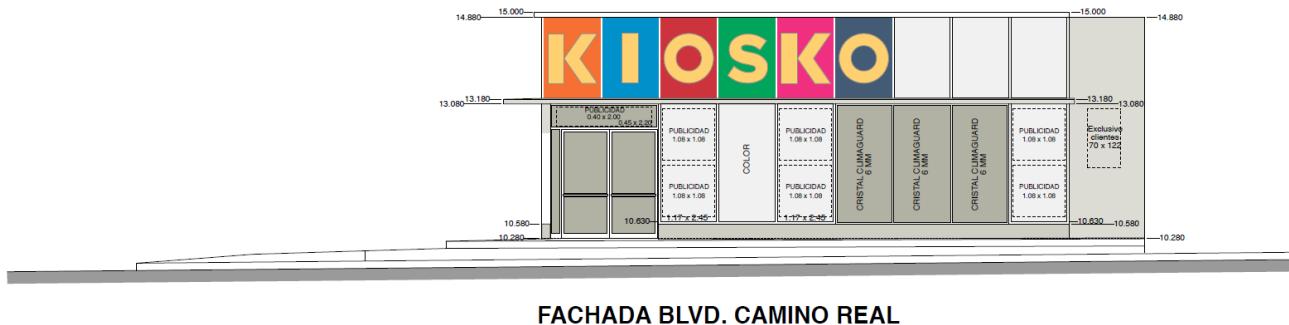
DESPLANTE (Df) m		LOSA / RECTANGULAR				DESPLANTE (Df) m		LOSA / RECTANGULAR			
		L	B	q (u)	q (adm)			L	B	q (u)	q (adm)
Df (m)	d (m)	m	ton/m²	ton/m²	ton/m²	Df (m)	d (m)	m	ton/m²	ton/m²	ton/m²
0.5	0.5	0.5	24.1	8.0	2.0	0.5	0.5	48.2	16.1		
0.5	1.0	1.0	25.0	8.3	2.0	1.0	1	53.8	17.9		
0.5	1.5	1.5	27.6	9.2	2.0	1.5	1.5	59.4	19.8		
0.5	2.0	2.0	30.5	10.2	2.0	2.0	2	65.0	21.7		
0.5	2.5	2.5	33.7	11.2	2.0	2.5	2.5	70.7	23.6		
0.5	3.0	3.0	36.9	12.3	2.0	3.0	3	76.3	25.4		
0.5	3.5	3.5	40.1	13.4	2.0	3.5	3.5	81.9	27.3		
0.5	4.0	4.0	43.4	14.5	2.0	4.0	4	87.5	29.2		
1.0	0.5	0.5	26.9	9.0	3.0	0.5	0.5	69.4	23.1		
1.0	1.0	1	32.5	10.8	3.0	1.0	1	75.0	25.0		
1.0	1.5	1.5	38.1	12.7	3.0	1.5	1.5	80.7	26.9		
1.0	2.0	2	43.8	14.6	3.0	2.0	2	86.3	28.8		
1.0	2.5	2.5	49.4	16.5	3.0	2.5	2.5	91.9	30.6		
1.0	3.0	3	55.0	18.3	3.0	3.0	3	97.5	32.5		
1.0	3.5	3.5	60.6	20.2	3.0	3.5	3.5	103.2	34.4		
1.0	4.0	4	66.3	22.1	3.0	4.0	4	108.8	36.3		
1.5	0.5	0.5	37.5	12.5	4.0	0.5	0.5	90.7	30.2		
1.5	1.0	1	43.1	14.4	4.0	1.0	1	96.3	32.1		
1.5	1.5	1.5	48.8	16.3	4.0	1.5	1.5	101.9	34.0		
1.5	2.0	2	54.4	18.1	4.0	2.0	2	107.6	35.9		
1.5	2.5	2.5	60.0	20.0	4.0	2.5	2.5	113.2	37.7		
1.5	3.0	3	65.6	21.9	4.0	3.0	3	118.8	39.6		
1.5	3.5	3.5	71.3	23.8	4.0	3.5	3.5	124.4	41.5		
1.5	4.0	4	76.9	25.6	4.0	4.0	4	130.1	43.4		

LOSA Y RECTANGULAR							
DESPLANTE	Ancho de Zapata	Carga Admisible	Relación de Poisson	Módulo de Elasticidad	Asentamiento	Módulo de reacción	
						S (cm)	k (kg/cm³)
0.5	50.00	0.80	0.30	661.11	0.05	17.76	
	100.00	0.83	0.30		0.09	8.88	
	150.00	0.92	0.30		0.16	5.92	
	200.00	1.02	0.30		0.23	4.44	
	250.00	1.12	0.30		0.32	3.55	
1	300.00	1.23	0.30	661.11	0.42	2.96	
	50.00	1.34	0.30		0.08	17.76	
	100.00	1.45	0.30		0.16	8.88	
	150.00	0.90	0.30		0.15	5.92	
	200.00	1.08	0.30		0.24	4.44	
1.5	250.00	1.27	0.30	661.11	0.36	3.55	
	300.00	1.46	0.30		0.49	2.96	
	50.00	1.65	0.30		0.09	17.76	
	100.00	1.83	0.30		0.21	8.88	
	150.00	2.02	0.30		0.34	5.92	
2	200.00	2.21	0.30	661.11	0.50	4.44	
	250.00	1.25	0.30		0.35	3.55	
	300.00	1.44	0.30		0.49	2.96	
	50.00	1.63	0.30		0.09	17.76	
	100.00	1.81	0.30		0.20	8.88	
3	150.00	2.00	0.30	661.11	0.34	5.92	
	200.00	2.19	0.30		0.49	4.44	
	250.00	2.38	0.30		0.67	3.55	
	300.00	2.56	0.30		0.87	2.96	
	50.00	1.61	0.30		0.09	17.76	
	100.00	1.79	0.30		0.20	8.88	
	150.00	1.98	0.30		0.33	5.92	
	200.00	2.17	0.30		0.49	4.44	
	250.00	2.36	0.30		0.66	3.55	
	300.00	2.54	0.30		0.86	2.96	

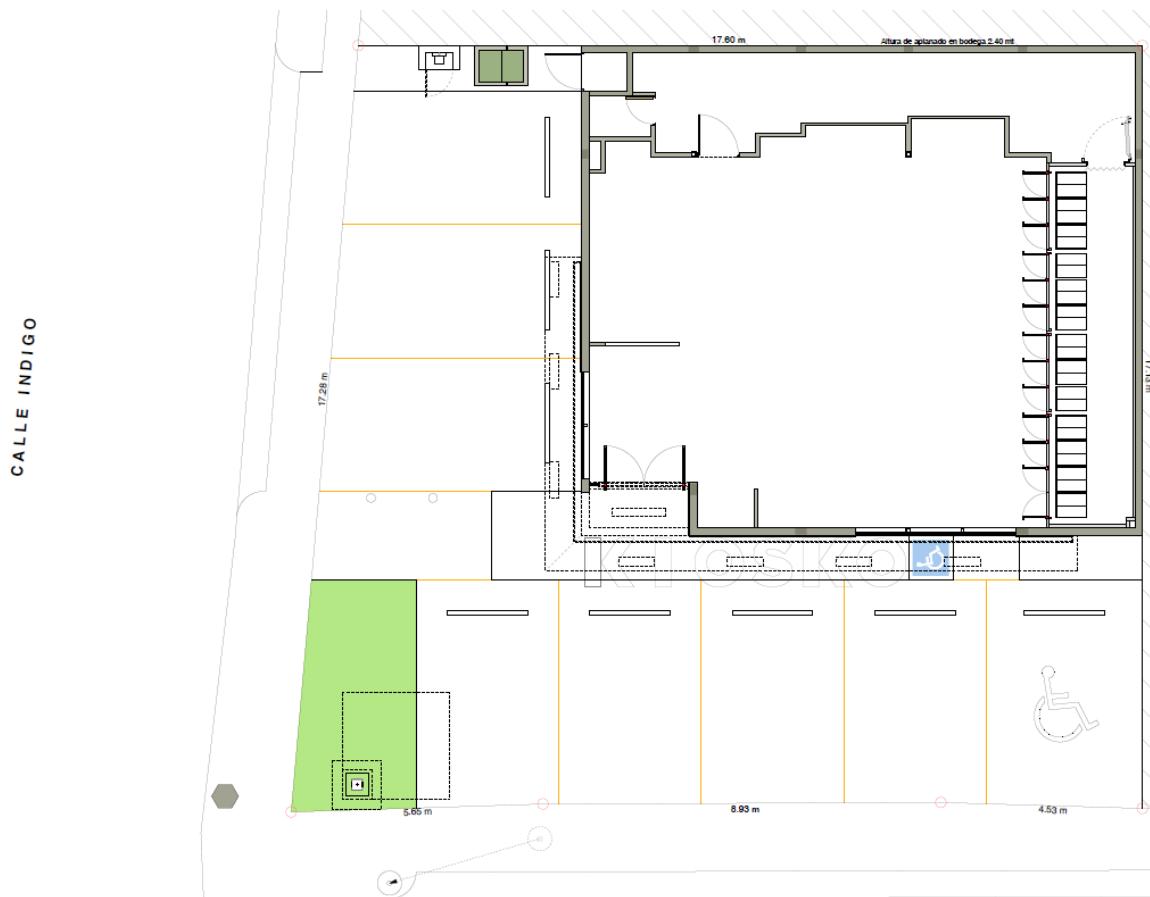
5.2 RECOMENDACIONES

5.2.1 PROYECTO

TIENDA DE CONVENIENCIA UN NIVEL



FACHADA BLVD. CAMINO REAL



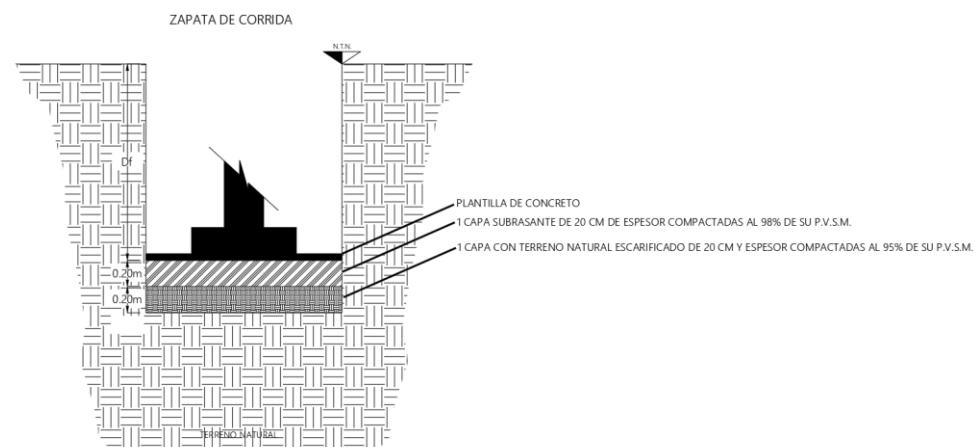
BOULEVARD CAMINO REAL

5.2.2 TIENDA DE CONVENIENCIA

- Debido a la información del proyecto se proporcionarán las recomendaciones para el desplante de la cimentación.
- En caso de requerir más información en las recomendaciones se deberán proporcionar los planos de cimentación y la bajada de cargas ultima de la estructura a SEYKA INGENIERIA para llevar a cabo su análisis.
- Debido a la zona y características del suelo se recomiendan las siguientes opciones:
 - Zapatas Corridas.

5.2.3 ZAPATA CORRIDA

- Para la colocación o desplante de la cimentación, se sugiere escarificar y compactar mecánicamente con equipo adecuado (rodillos vibratorios, compactadores de placa) el terreno natural una capa de 20 cm al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Se deberá llevar acabo un cribado del material antes de su uso retirando agregados con un sobre tamaño de 3".
- Posteriormente colocar 1 capa de subrasante de 20 cm de espesor compactada al 98% de su peso volumétrico seco máximo y que además deberá cumplir con las características de calidad como lo indica en la norma N·CMT·1·03/21-IMT.
- El desplante de cimentación será de acuerdo con las necesidades y bajadas de cargas del proyecto, además las dimensiones o la geometría de esta será propuesta por el estructurista. Para ello se presentan las tablas de limitación de capacidad de carga. Se recomienda una profundidad de desplante mayor o igual a 1.00 m.
- Ya habiendo establecido la profundidad de desplante por el estructurista se deberá respetar las capas de mejoramiento establecidas anteriormente.

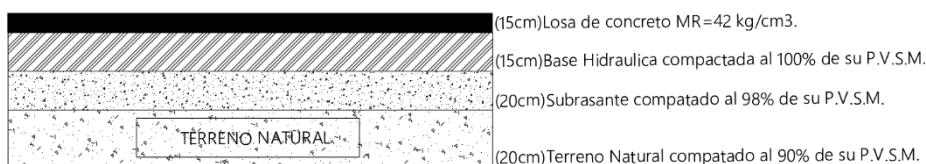


Croquis representativo

5.2.4 RECOMENDACIÓN DE PAVIMENTO PARA ESTACIONAMIENTO

5.2.4.1 PAVIMENTO RÍGIDO

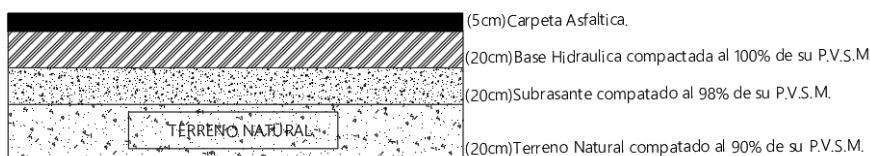
El pavimento rígido es una estructura compuesta por una losa de hormigón que se apoya sobre una capa de base, una subbase o el suelo natural. El pavimento rígido se caracteriza por su alta resistencia y durabilidad, así como por su menor necesidad de mantenimiento que el pavimento flexible.



Croquis representativo

5.2.4.2 PAVIMENTO FLEXIBLE

Un pavimento flexible es aquel que se deforma elásticamente bajo las cargas de tráfico, y cuya resistencia depende principalmente de la cohesión interna de sus materiales. Está compuesto por una o más capas asfálticas sobre una base y una subbase granulares, que a su vez se apoyan sobre el suelo de fundación. El pavimento flexible se adapta a los cambios de temperatura y humedad, y tiene una buena capacidad de drenaje superficial y subsuperficial. Su principal ventaja es que requiere menos mantenimiento que otros tipos de pavimentos, y su principal desventaja es que es más susceptible al daño por fatiga y ahuellamiento.



Croquis representativo

5.2.5 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Las recomendaciones de este capítulo son aplicables a todos los tipos de pavimento.

TRABAJOS PRELIMINARES. Antes de efectuar cualquier trabajo de limpieza o de terracerías es imprescindible llevar a cabo un levantamiento notariado del estado actual de las construcciones vecinas (incluyendo: viviendas, edificios, bodegas, naves industriales, bardas, cisternas, tanques de agua, muros de contención, torres de energía eléctrica o de telecomunicación, pisos, banquetas y pavimentos), el cual incluirá fotografías y croquis de fisuras, grietas, asentamientos, emersiones o expansiones e inclinaciones o desplomes de las mismas.

Se retirarán todos los montículos de roca, suelo, escombro, basura y fragmentos de roca, y también se efectuará un desmonte para extraer todo el pasto, los arbustos y los matorrales con sus raíces, que existan actualmente sobre la superficie del predio.

DESPALME. Después de la limpieza y el desmonte se efectuará un despalme para retirar la capa superficial más alterada o intemperizada de 20 cm de espesor.

CORTES ADICIONALES DEL TERRENO NATURAL. Debe tenerse presente que la base hidráulica de cualquier tipo de pavimento se debe apoyar siempre sobre un nuevo relleno compactado (subrasante) de 20 cm de espesor compacto, por lo que se deberá abrir la caja necesaria para colocar este relleno.

Si al momento de realizar la excavación se detectan unidades de suelo no consignadas en el reporte geotécnico, la excavación deberá suspenderse de inmediato y consultar lo más pronto posible al ingeniero geotecnista para determinar las acciones a seguir. De particular importancia resulta la presencia de: rellenos sueltos, rellenos con basura y/o escombro, suelos arcillosos, arenas limpias o poco limosas sin cementar y depósitos de grava-arena limpios.

✓ Si al abrir cualquier excavación también se detectan flujos subterráneos de agua o de cualquier tipo de fluido no indicados en el reporte geotécnico, la excavación también deberá suspenderse de inmediato y se debe proceder de inmediato al relleno de la misma con el mismo material producto de excavación, para evitar que las fuerzas de filtración del agua erosionen la pared de la excavación y produzcan inestabilidad de la misma. También en este caso se deberá consultar a la brevedad al ingeniero geotecnista.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PRESUPUESTO. Esta clasificación se basa en el criterio de las Normas Generales de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a saber:

Material tipo A. Es el depósito blando o suelto que puede ser eficientemente excavado con escarpa jalada por un tractor de orugas de 90 a 110 caballos de potencia. Aquí se los suelos poco o nada cementados, con partículas sólidas hasta de 3 pulgadas tales como: los suelos agrícolas, los limos sueltos, las arcillas blandas y las arenas sueltas.

Material tipo B. Es aquél que por su consistencia o cementación sólo puede ser eficientemente excavado por un tractor de orugas con cuchilla, de 140 a 160 caballos de potencia en la barra. En este grupo se consideran los suelos cementados o con gravas o boleos; éstos últimos con tamaño comprendido entre 3 pulgadas y 75 cm. Como ejemplo se tienen: rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y suelos duros (tepetates).

Material tipo C. Sólo puede ser excavado con explosivos o con pistolas neumáticas ya que está constituido por fragmentos de roca con tamaño superior a los 75 cm. Como ejemplo pueden citarse a: los basaltos, las calizas, las areniscas fuertemente cementadas y los conglomerados fuertemente cementados.

Tratamiento del terreno natural. En los tramos en donde se encuentre el suelo residual (arena limosa) en el fondo de las excavaciones, se aplicará un riego pesado de agua sobre dicho fondo permitiendo que se infiltre toda el agua, para inducir previamente algún asentamiento del subsuelo.

Se escarificará el fondo de las excavaciones en un espesor de 20 cm y se adicionará agua a la capa escarificada para lograr la humedad óptima de la mezcla, se homogenizará la humedad y se compactará la capa escarificada al 95% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) Proctor ASTM standard D-698-12e2 variante A, con un rodillo liso vibratorio de 10 ton de peso estático mínimo.

USO DE PRODUCTOS DE CORTE. El material proveniente del despalme NO debe ser utilizado como relleno nuevo compactado. Tampoco se podrán utilizar las gravas o los fragmentos chicos, medianos y grandes de roca, de más de 3 pulgadas o los materiales fuertemente cementados que estén formados por grumos duros, producto de la excavación alterado o poco alterado.

Únicamente los suelos arenos-limosos que se obtengan de las excavaciones del suelo residual, se utilizarán para llenar nuevamente todas las excavaciones, retirando previamente todas las partículas sólidas de más de 3 pulgadas; este retiro se podrá hacer primeramente con la motoconformadora que al extender la capa empuja dichos fragmentos hacia las orillas y posteriormente mediante pepena manual con una brigada de peones. El retiro de estas partículas es IMPRESCINDIBLE para lograr una compactación adecuada de los suelos.

Todos los nuevos rellenos se tenderán por capas de 23 a 25 cm de espesor suelto máximo las cuales se compactarán con un rodillo liso vibratorio de 10 ton de peso estático mínimo al 95% de su PVSM Proctor ASTM standard D-698-12e2 variante A.

La base se construirá con un material inerte de alguna trituradora, con una mezcla de materiales inertes de banco y de trituradora o con un material inerte de banco, que en cualquier caso cumpla estrictamente con las normas de calidad que se detallan en el capítulo de especificaciones geotécnicas. Este material se deberá compactar con un rodillo liso vibratorio de 10 ton de peso estático mínimo al 100% de su PVSM Proctor ASTM modificada D-1557-12e1 variante C en una sola capa.

RIEGO DE IMPREGNACIÓN. Para proteger contra el intemperismo y el humedecimiento a la base hidráulica ya compactada, se barrerá y se impregnará la superficie de la misma con una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento medio RM-2K, en proporción de 1.40 a 1.70 litros por metro cuadrado. La proporción adecuada será determinada con mosaicos de prueba y/o con la experiencia de la empresa encargada de la construcción de las terracerías, ya que depende de la textura de la capa sobre la que se aplicará el riego. Se consultará con el proveedor la conveniencia de diluir la emulsión en agua.

Esta protección se debe aplicar inmediatamente después de terminar la compactación de cualquier tramo, sobre todo en los días con amenaza de lluvia y puede diferirse al final del día cuando no exista dicha amenaza. El supervisor debe constatar que el material téreo no tiene una humedad en exceso, antes de aplicar el riego de impregnación.

Para que la emulsión no pierda rápidamente el agua que contiene, fenómeno conocido como rompimiento, la emulsión debe aplicarse en las primeras horas del día o en las últimas de la tarde. El personal de laboratorio verificará que la emulsión se adhiera a la base hidráulica; para lograr este objetivo es estrictamente indispensable evitar el tráfico de personas o equipo sobre la capa impregnada, por un período de al menos 48 horas. También es recomendable colocar una capa de arena fina sobre el riego, justamente antes de que se abra al tránsito de personas y equipo ligero, con el fin de atenuar la remoción del producto asfáltico.

Sobre una capa impregnada quedan prohibidas las maniobras de vehículos tanto ligeros como pesados, puesto que destruyen la impregnación. Si fuese necesario el ingreso de éstos, la base se debe construir al concluir tal circulación.

Todas las emulsiones asfálticas deberán cumplir con los requisitos generales de calidad que se señalan en las Normas Generales de Construcción de la SCT.

5.2.6 CONSIDERACIONES

Drenaje:

Un sistema de drenaje perimetral bien diseñado es esencial para controlar el contenido de humedad del suelo alrededor de la cimentación. Esto ayudará a minimizar los cambios volumétricos en el estrato superior y a prevenir la saturación y potencial inestabilidad.

Sísmicas:

El diseño de la cimentación debe considerar las fuerzas sísmicas y la potencial amplificación del movimiento del suelo.



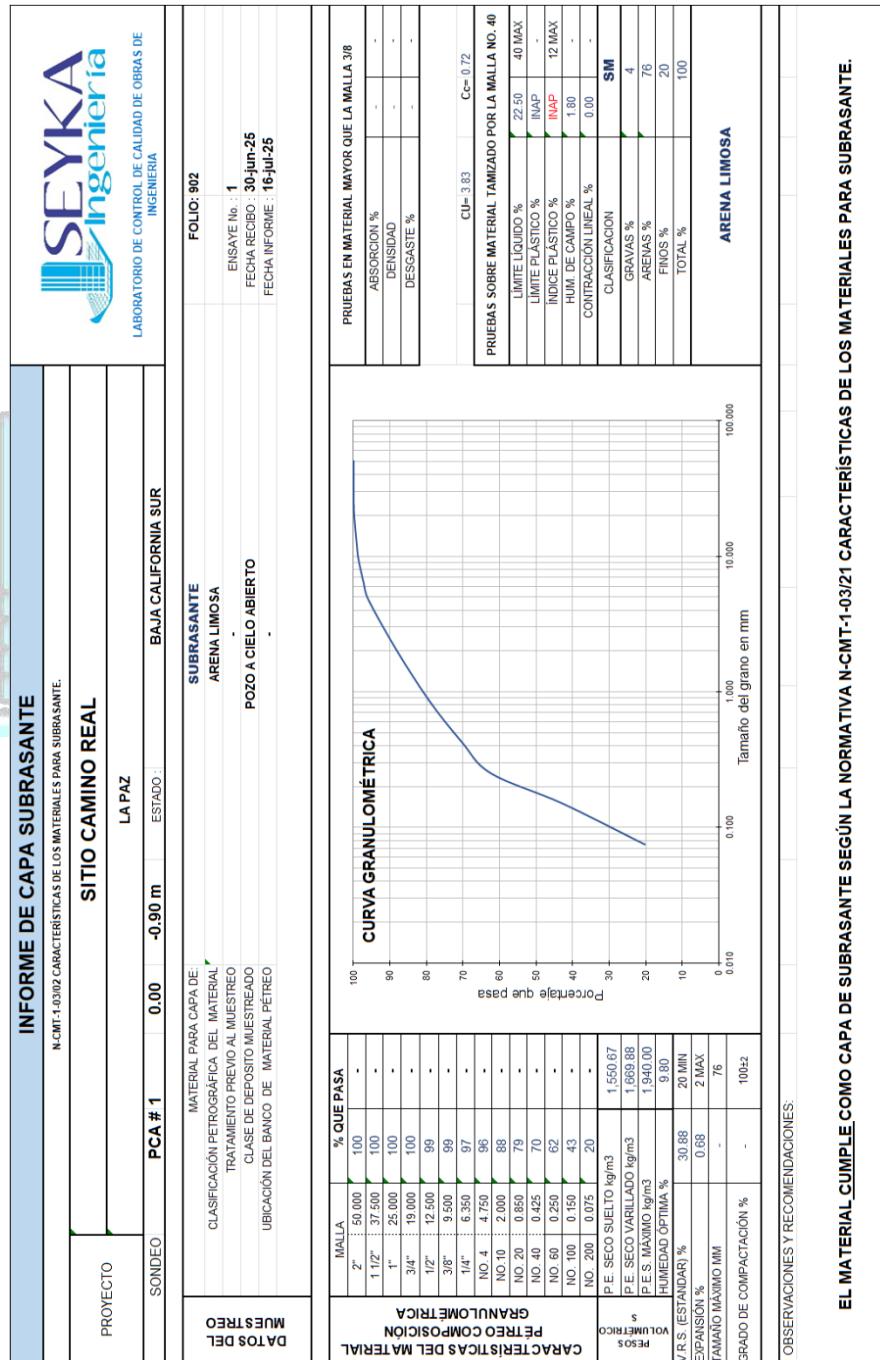
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- NMX-C-430-ONNCCE-2018 (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones Sondeos de pozos a cielo abierto)
- NMX-C-431-ONNCCE-2021 (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones toma de muestras alteradas e inalteradas-método de prueba).
- Fundamentos de Ingeniería Geotecnia - Braja M. Das, 7 ed.
- SERVICIO DE SISMOLOGÍA NACIONAL (plataforma de base de datos, vía internet)
- Manual De Diseño De Obras Civiles por Sismos CFE (ED, 2015)
- Manual De Diseño De Obras Civiles por Viento CFE (ED, 2020)
- ASTM D1586 / D1586M – 18 (Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils)
- Bentley, Stephen P._ Carter, Michael - Soil properties and their correlations-John Wiley & Sons (2016)
- Ingeniería de cimentaciones, Enrique Tamez Gonzales 2001
- Ingeniería geológica, Luis I, Gonzales de Vallejo

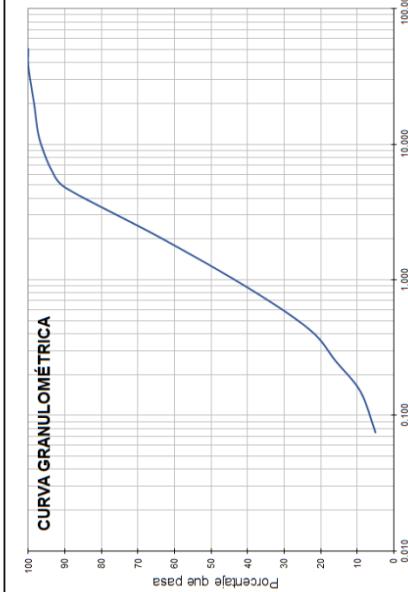
7 ANEXOS DE GRAFICAS Y REPORTES FOTOGRÁFICOS

7.1 ANALISIS DE MATERIAL COMO SUBRASANTE

7.1.1 PCA#1



7.1.2 PCA#1

INFORME DE CAPA SUBRASANTE																							
N-CMT-1-03/02 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTE.																							
SITIO CAMINO REAL																							
LA PAZ ESTADO : BAJA CALIFORNIA SUR																							
PROYECTO	PCA # 1	0.90	-3.00 m																				
SONDEO																							
MUESTRERO	MATERIAL PARA CAPA DE: CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DEL MATERIAL ✓ TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO CLASE DE DEPÓSITO MUESTREADO UBICACIÓN DEL BANCO DE MATERIAL PÉTREO																						
DATOS DEL	SUBRASANTE ARENA BIEN GRADUADA POZO A CIELO ABIERTO																						
FOLIO: 903	ENSAYE No : 2	FECHA RECIBO : 30-Jun-26	FECHA INFORME : 16-Jul-25																				
PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA 3/8 <table border="1"> <tr><td>AESORCIÓN %</td><td>-</td></tr> <tr><td>DENSIDAD</td><td>-</td></tr> <tr><td>DESGASTE %</td><td>-</td></tr> </table>						AESORCIÓN %	-	DENSIDAD	-	DESGASTE %	-												
AESORCIÓN %	-																						
DENSIDAD	-																						
DESGASTE %	-																						
PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NO. 40 <table border="1"> <tr><td>LÍMITE LÍQUIDO %</td><td>20.40</td><td>40 MAX</td></tr> <tr><td>LÍMITE PLÁSTICO %</td><td>INAP</td><td>-</td></tr> <tr><td>INDICE PLÁSTICO %</td><td>INAP</td><td>12 MAX</td></tr> <tr><td>HUM. DE CAMPO %</td><td>3.62</td><td>-</td></tr> <tr><td>CONTRACCIÓN LINEAL %</td><td>0.00</td><td>-</td></tr> <tr><td>CLASIFICACION</td><td>SW</td><td></td></tr> </table>						LÍMITE LÍQUIDO %	20.40	40 MAX	LÍMITE PLÁSTICO %	INAP	-	INDICE PLÁSTICO %	INAP	12 MAX	HUM. DE CAMPO %	3.62	-	CONTRACCIÓN LINEAL %	0.00	-	CLASIFICACION	SW	
LÍMITE LÍQUIDO %	20.40	40 MAX																					
LÍMITE PLÁSTICO %	INAP	-																					
INDICE PLÁSTICO %	INAP	12 MAX																					
HUM. DE CAMPO %	3.62	-																					
CONTRACCIÓN LINEAL %	0.00	-																					
CLASIFICACION	SW																						
																							
CURVA GRANULOMÉTRICA Porcentaje que pase																							
MALLA	% QUE PASA																						
2"	50.000	100	-																				
1 1/2"	37.500	100	-																				
1"	25.000	99	-																				
3/4"	19.000	98	-																				
1/2"	12.500	97	-																				
3/8"	9.500	96	-																				
1/4"	6.250	94	-																				
NO. 4	4.750	90	-																				
NO. 10	2.000	63	-																				
NO. 20	0.860	39	-																				
NO. 40	0.430	23	-																				
NO. 60	0.250	16	-																				
NO. 100	0.150	9	-																				
NO. 200	0.075	5	-																				
PESO	PESO SECO SUELTO kg/m³	1.065.91																					
PESO SECO VARIOLADO kg/m³	PESO HUMEDO kg/m³	1.794.05																					
HUMEDAD ÓPTIMA %	PESO HUMEDO kg/m³	1.905.00																					
V.R.S (ESTÁNDAR) %	HUMEDAD ÓPTIMA %	8.20																					
EXPANSIÓN %	20 MIN	51.10																					
TAMAÑO MÁXIMO MM	2 MAX	0.10																					
GRADO DE COMPACTACIÓN %	TAMAÑO DEL GRANO EN MM	76																					
	TAMAÑO DEL GRANO EN MM	0.100	1.000	10.000	100.000																		
ARENA BIEN GRADUADA																							
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:																							
EL MATERIAL CUMPLE COMO CAPA DE SUBRASANTE SEGUN LA NORMATIVA N-CMT-1-03/21 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTE.																							

Página 37 de 46

Blvd San Carlos, Isla Santa María,
Cp. 23085, Fraccionamiento
Virreyes, La Paz, Baja California Sur.



ID 01190009: ACI CONCRETE
CONCRETE STRENGTH TESTNG
TECHNICIAN, ACI AGGREGATE TESTING
TECHNICIAN - LEVEL 1 AND ACI
CONCRETE LABORATORY TESTING
TECHNICIAN LEVEL 1

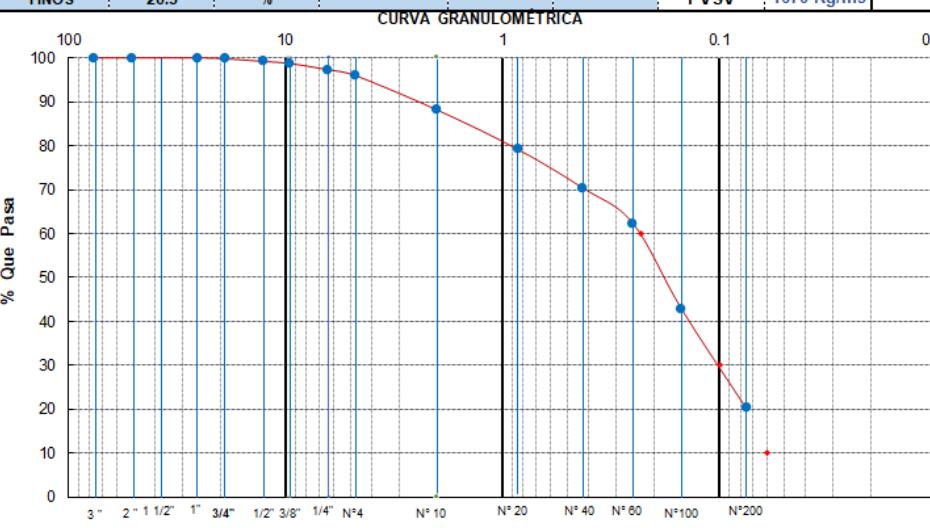


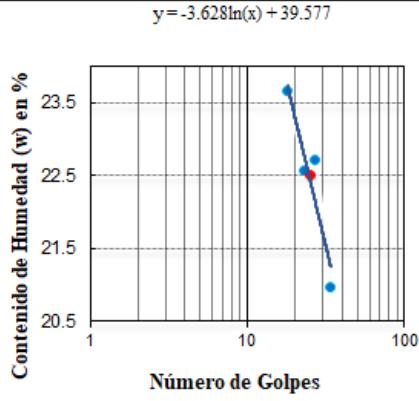
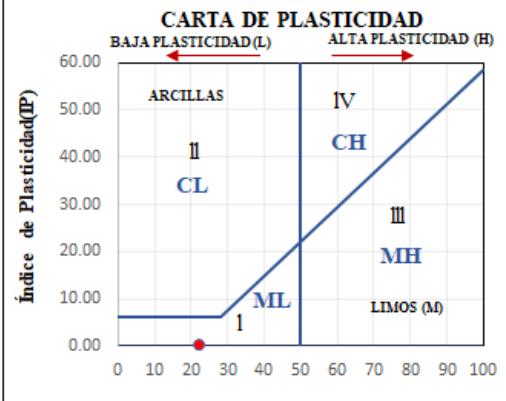
612 14 6 44 06

seyka_ingenieria@hotmail.com

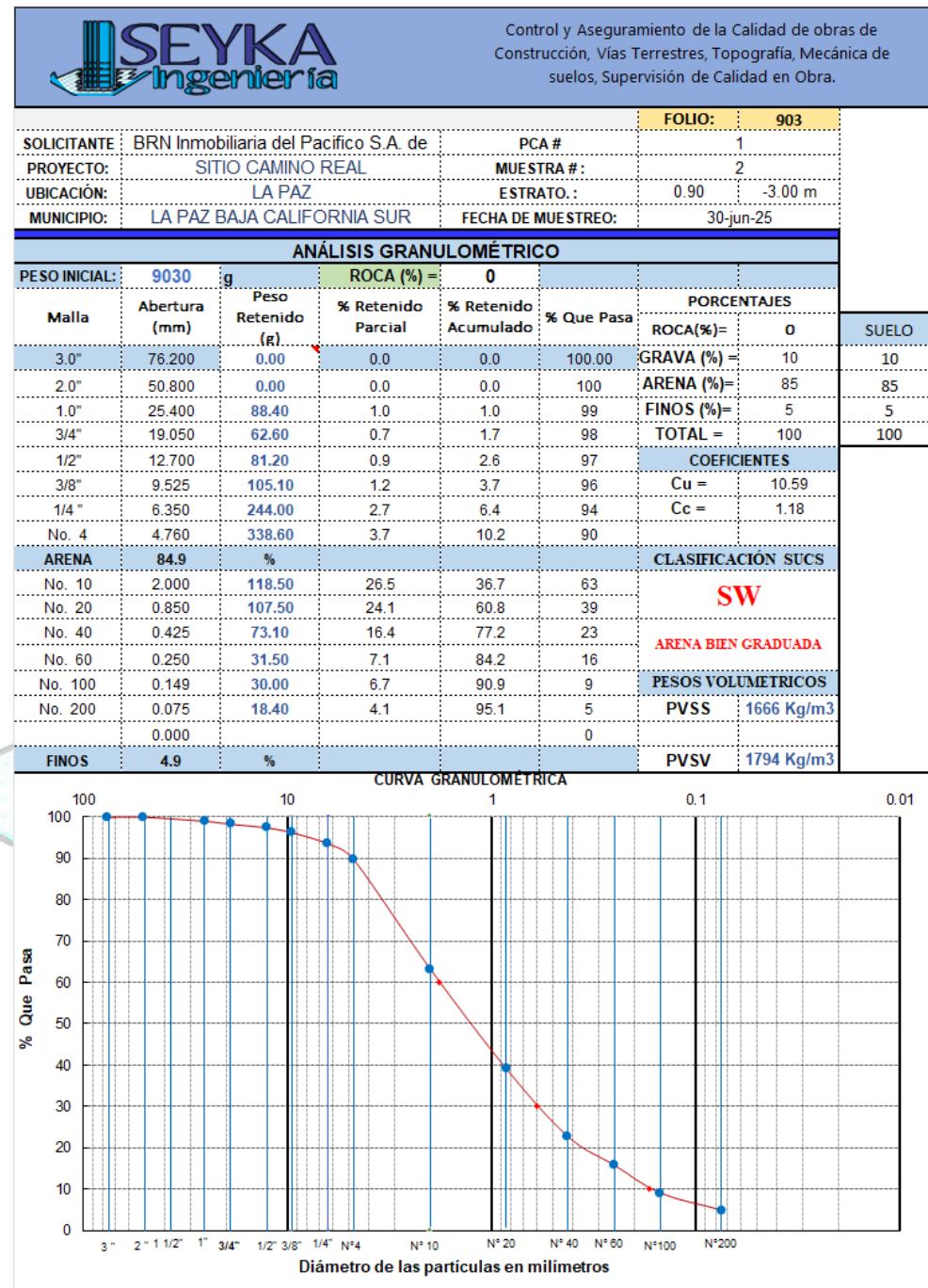
7.2 CLASIFICACION DE SUELOS

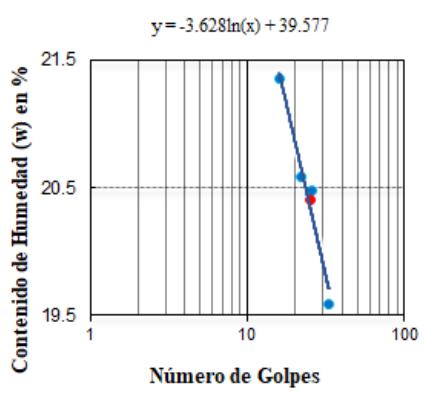
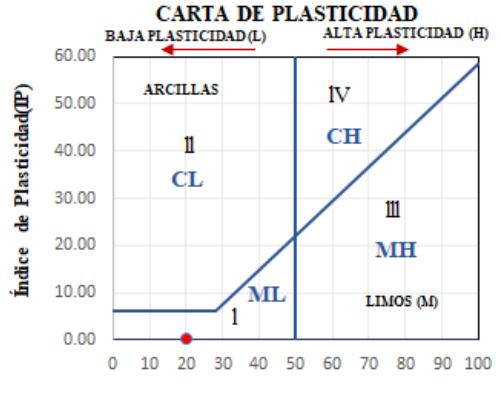
7.2.1 PCA#1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							FOLIO:	902
SOLICITANTE:	BRN Inmobiliaria del Pacifico S.A. de C.V.		PCA #:				1	
PROYECTO:	SITIO CAMINO REAL		MUESTRA #:				1	
UBICACIÓN:	LA PAZ		ESTRATO.:	0.00	-0.90 m			
MUNICIPIO:	LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR		FECHA DE MUESTREO:	30-jun-25				
PESO INICIAL:	8405 g		ROCA (%) =	0				
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0.0	0.0	100.00	ROCA(%)= 0		SUELLO
2.0"	50.800	0.00	0.0	0.0	100	GRAVA (%)= 4		4
1.0"	25.400	0.00	0.0	0.0	100	ARENA (%)= 76		76
3/4"	19.050	16.90	0.2	0.2	100	FINOS (%)= 20		20
1/2"	12.700	50.70	0.6	0.8	99	TOTAL = 100		100
3/8"	9.525	40.80	0.5	1.3	99	COEFICIENTES		
1/4 "	6.350	120.30	1.4	2.7	97	Cu = 3.83		
No. 4	4.760	111.10	1.3	4.0	96	Cc = 0.72		
ARENA	75.7 %					CLASIFICACIÓN SUCS		
No. 10	2.000	32.80	7.8	11.9	88	SM		
No. 20	0.850	37.50	8.9	20.8	79			
No. 40	0.425	37.10	8.8	29.6	70	ARENA LIMOSA		
No. 60	0.250	33.50	8.0	37.6	62			
No. 100	0.149	82.20	19.6	57.2	43	PESOS VOLUMETRICOS		
No. 200	0.075	94.60	22.5	79.7	20	PVSS 1551 Kg/m³		
	0.000				0			
FINOS	20.3 %					PVSV 1670 Kg/m³		
CURVA GRANULOMETRICA								
								

Control y Aseguramiento de la Calidad de obras de Construcción, Vías Terrestres, Topografía, Mecánica de suelos, Supervisión de Calidad en Obra.					
SOLICITANTE:	BRN Inmobiliaria del Pacífico S.A. de C.V.	PCA #:	FOLIO: 902		
OBRA:	SITIO CAMINO REAL	MUESTRA #:	1		
CIUDAD:	LA PAZ	PROF.:	0.00	-0.90 m	
MUNICIPIO:	LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR	FECHA DE MUESTREO:	30-jun-25		
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
CONTENIDO NATURAL DE AGUA					
TARA	PESO TARA	TARA+SUELO HÚMEDO	TARA+SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA
Nº	g	g	g	g	%
1	31.1	195.3	192.4	2.90	1.80
ML LIMO DE BAJA COMPRENSIBILIDAD					
LÍMITE LÍQUIDO					
DENSIDAD DE SÓLIDOS					
TARA N°	1	2	3	4	2.72
NÚMERO DE GOLPES	34	27	23	18	L. L. = 22.50
PESO TARA (g)	13.82	19	20.54	13	L. P. = INAP
TARA + SUELO HÚMEDO (g)	33.26	38.13	42	30.25	I. P. = INAP
TARA + SUELO SECO (g)	29.89	34.59	38.05	26.95	U.S. ARMY (1949)
PESO SUELO SECO (g)	16.07	15.59	17.51	13.95	L. L. = 22.33
PESO DE AGUA (g)	3.37	3.54	3.95	3.3	Grado de saturación(S)%
CONTENIDO DE AGUA (%)	20.97	22.71	22.56	23.66	7.4
LÍMITE PLÁSTICO			CONTRACCIÓN LINEAL		Porosidad (n)
TARA N°	1	2	BARRA N°	6	
PESO TARA (g):	INAP		LONG. INICIAL(cm):	10.00	0.40
TARA + SUELO HÚMEDO (g):			LONG. FINAL(cm):	10.00	de vacíos (e)
TARA + SUELO SECO (g):			CONTRACCIÓN(cm):	0.00	
PESO DE AGUA (g):			CONTRACCIÓN LINEAL(%):	0.00	0.66
CONTENIDO DE AGUA (%):					
 $y = -3.628 \ln(x) + 39.577$			CARTA DE PLASTICIDAD BAJA PLASTICIDAD (L) ALTA PLASTICIDAD (H) 		

7.2.2 PCA#1



Control y Aseguramiento de la Calidad de obras de Construcción, Vías Terrestres, Topografía, Mecánica de suelos, Supervisión de Calidad en Obra.					
SOLICITANTE:	BRN Inmobiliaria del Pacífico S.A. de C.V.	PCA #:	FOLIO: 903		
OBRA:	SITIO CAMINO REAL	MUESTRA #:	1		
CIUDAD:	LA PAZ	PROF.:	0.90	-3.00 m	
MUNICIPIO:	LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR	FECHA DE MUESTREO:	30-jun-25		
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
CONTENIDO NATURAL DE AGUA					
TARA	PESO TARA	TARA+SUELO HÚMEDO	TARA+SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA
Nº	g	g	g	g	%
1	31	177.6	172.2	5.40	3.82
ML LIMO DE BAJA COMPRENSIBILIDAD					
LÍMITE LÍQUIDO					
DENSIDAD DE SÓLIDOS					
TARA N°	1	2	3	4	2.72
NÚMERO DE GOLPES	33	26	22	16	L. L. = 20.40
PESO TARA (g)	20.23	18.87	8.62	19.14	L. P. = INAP
TARA + SUELO HÚMEDO (g)	40.62	38.34	28.71	36.47	I. P. = INAP
TARA + SUELO SECO (g)	37.28	35.03	25.28	33.42	U.S. ARMY (1949)
PESO SUELO SECO (g)	17.05	16.16	16.66	14.28	L. L. = 20.27
PESO DE AGUA (g)	3.34	3.31	3.43	3.05	Grado de saturación(S)%
CONTENIDO DE AGUA (%)	19.59	20.48	20.59	21.36	18.2
LÍMITE PLÁSTICO			CONTRACCIÓN LINEAL		Porosidad (n)
TARA N°	1	2	BARRA N°	6	
PESO TARA (g):	INAP		LONG. INICIAL(cm):	10.00	0.36
TARA + SUELO HÚMEDO (g):			LONG. FINAL(cm):	10.00	de vacíos (e)
TARA + SUELO SECO (g):			CONTRACCIÓN(cm):	0.00	
PESO DE AGUA (g):			CONTRACCIÓN LINEAL(%):	0.00	0.57
CONTENIDO DE AGUA (%):					
			CARTA DE PLASTICIDAD BAJA PLASTICIDAD (L) ALTA PLASTICIDAD (H) 		

7.3 CARACTERISTICAS DE MATERIALES DE PAVIMENTO

7.3.1 CARPETA ASFALTICA

TABLA 1.- Requisitos de granulometría del material pétreo para mezclas asfálticas de granulometría densa

Malla		Tamaño nominal del material pétreo ^[1] mm (in)				
Abertura mm	Designación	9,5 (%)	12,5 (%)	19 (%)	25 (1)	37,5 (1½)
50	2 in	---	---	---	---	100
37,5	1½ in	---	---	---	100	90 - 100
25	1 in	---	---	100	90 - 100	74 - 90
19	¾ in	---	100	90 - 100	79 - 92	62 - 83
12,5	½ in	100	90 - 100	72 - 89	58 - 81	46 - 74
9,5	⅓ in	90 - 100	76 - 92	60 - 82	47 - 75	39 - 68
6,3	¼ in	70 - 89	56 - 81	44 - 71	36 - 65	30 - 59
4,75	Nº4	56 - 82	45 - 74	37 - 64	30 - 58	25 - 53
2	Nº10	28 - 64	25 - 55	20 - 46	17 - 42	13 - 38
0,85	Nº20	18 - 49	15 - 42	12 - 35	9 - 31	6 - 28
0,425	Nº40	13 - 37	11 - 32	8 - 27	5 - 24	3 - 21
0,25	Nº60	10 - 29	8 - 25	6 - 21	4 - 19	2 - 16
0,15	Nº100	6 - 21	5 - 18	4 - 16	2 - 14	1 - 12
0,075	Nº200	2 - 10	2 - 9	2 - 8	1 - 7	0 - 6

[1] El tamaño nominal de un material pétreo es la abertura de la malla con la que se designa el material que cumpla con una determinada granulometría.

TABLA 3.- Requisitos de calidad del material pétreo para mezclas asfálticas de granulometría densa cuando $1 \times 10^6 < \Sigma L \leq 30 \times 10^6$

Característica ^[1]	Valor
GRAVA	
Densidad relativa del material pétreo seco, mínimo	2,4
Desgaste de Los Ángeles, %, máximo	30
Desgaste Microdeval, %, máximo	18
Intemperismo acelerado, %, (5 ciclos), máximo ^[2]	En sulfato de sodio 15 En sulfato de magnesio 20
Partículas alargadas y lajeadas; %,máximo	40
Partículas trituradas, %, mínimo	Una cara 95 Dos o más caras 85
Desprendimiento por fricción, %, máximo	20
ARENA Y FINOS	
Densidad relativa del material pétreo seco, mínimo	2,4
Angularidad, %, mínimo	45
Equivalente de arena; %, mínimo	50
Azul de metíleno, mg/g, máximo	15

[1] El material será 100% producto de trituración de roca sana.

[2] Será suficiente que el intemperismo acelerado cumpla con una de las dos condiciones:
en sulfato de sodio o en sulfato de magnesio.

7.3.2 BASE HIDRAULICA

TABLA 3.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa

Malla		Porcentaje que pasa [1]	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [2]	$\Sigma L > 10^6$ [2]
75	3 in	100	100
50	2 in	85 - 100	85 - 100
37,5	1½ in	75 - 100	75 - 100
25	1 in	62 - 100	62 - 90
19	¾ in	54 - 100	54 - 83
9,5	⅜ in	40 - 100	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 80	30 - 50
2	Nº10	21 - 60	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 44	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 31	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 23	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

[1] El tamaño máximo de las partículas no será mayor de 20% del espesor de la base.

[2] ΣL = Número de ejes equivalentes de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

TABLA 4.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos

Características [2]	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido, máximo	25	25
Índice plástico, máximo	6	6
Equivalente de arena, mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles, máximo	35	30
Partículas alargadas, máximo	40	35
Partículas lajeadas, máximo	40	35
Grado de compactación [4], mínimo	100	100

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[3] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[4] Respeto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico

Características [1]	Valor %
Límite líquido, máximo	25
Índice plástico, máximo	6
Equivalente de arena, mínimo	40
Valor Soporte de California (CBR) [2], mínimo	80
Desgaste Los Ángeles, máximo	35
Partículas alargadas, máximo	40
Partículas lajeadas, máximo	40
Grado de compactación [3], mínimo	100

[1] Determinada mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

[2] Con el grado de compactación indicado en esta Tabla.

[3] Respeto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

7.3.3 SUBRASANTE

TABLA 1.- Requisitos de calidad de materiales para capa subrasante

Característica	Valor
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) [1]; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación [2], %	100 ± 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al óptimo de compactación respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, salvo que el proyecto indique otra cosa.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



7.4 REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO

REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO			
PROYECTO:	SITIO CAMINO REAL	FECHA DE MUESTREO:	30-06-25
UBICACIÓN:	LA PAZ	TIPO DE SONDEO:	PCA
MUNICIPIO:	LA PAZ BAJA CALIFORNIA SUR	SONDEO:	1







7.5 REPORTE FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO

